

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**



**Уваров П.Є., Татарченко Г.О., Білошицька Н.І. Шпарбер М.Є.**

# **Технологія і організація ремонтно-будівельних робіт**

**Навчальний посібник**

Частина 1

(Електронне видання)

**КИЇВ 2025**

УДК 69.059.7(075.8)

Т38

Рекомендовано

Вченою радою Східноукраїнського національного університету  
імені Володимира Даля (протокол № 11 від 20.06.2025 р.)

Рецензенти:

**Д.В. Кочкарьов** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри міського будівництва та господарства Національного університету водного господарства та природокористування.

**О.В. Степанчук** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва Державного університету «Київський авіаційний інститут».

**Т 38**      **Технологія і організація ремонтно-будівельних робіт:** навчальний посібник у 2 частинах. Ч. 1/ П. Є. Уваров, Г.О. Татарченко, Н. І. Білошицька, М.Є. Шпарбер. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2025. – 256 с.

ISBN 978-617-11-0261-3

У цьому виданні розглядаються такі актуальні питання: специфіка ремонтно-будівельного виробництва; проектування виробництва будівельно-монтажних робіт в умовах реконструкції; сучасний рівень розвитку будівельних технологій під час виконання робіт зі знесення об'єктів будівництва, руйнування та демонтаж будівельних конструкцій, виконання земляних робіт в умовах обмеженого простору, підсилення конструктивних елементів об'єктів а також особливості технології з надбудови об'єктів.

Особливу увагу приділено розробці організаційно-технологічних рішень ремонтно-реконструктивних робіт.

Призначений для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності G 19 «Будівництво та цивільна інженерія».

DOI: [https://doi.org/10.33216/TutorialSNU\(978-617-11-0261-3\)-2025-256](https://doi.org/10.33216/TutorialSNU(978-617-11-0261-3)-2025-256)

УДК 69.059.7(075.8)

© Уваров П. Є., Татарченко Г. О.,

Білошицька Н. І., Шпарбер М.Є., 2025

© Східноукраїнський національний

університет імені Володимира Даля, 2025

ISBN 978-617-11-0261-3

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВСТУП</b> .....   | 6  |
| <b>Тема 1. СПЕЦИФІКА ОРГАНІЗАЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ</b> .....                 | 7  |
| 1.1. Цілі та завдання ремонтно-реконструктивного виробництва .....   | 7  |
| 1.2. Класифікація об'єктів реконструкції.....  | 9  |
| 1.3. Оцінка суміщення будівельно-монтажних робіт з процесами експлуатації об'єкта реконструкції.....               | 13 |
| 1.4. Обмеженість будівельного майданчика і робочих місць.....  | 15 |
| 1.5. Умови роботи будівельних машин на об'єктах реконструкції.....   | 18 |
| 1.6. Схеми механізації будівельно-монтажних робіт при реконструкції.....   | 23 |
| 1.7. Варіантне проектування організаційно-технологічних рішень процесів реконструкції промислових підприємств..... | 26 |
| 1.7.1. Особливості календарного планування при реконструкції.....  | 30 |
| 1.7.2. Система параметрів для оцінки якості календарних планів.....  | 32 |
| Питання для самоконтролю .....   | 35 |
| <b>Тема 2. ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБОТ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ</b> .....                    | 36 |
| 2.1. Етапи проектування, будівництва та приймання.....   | 36 |
| 2.2. Методика складання проекту виконання робіт при реконструкції.....   | 40 |
| 2.2.1. Склад та характеристика проекту виконання робіт при реконструкції .....                                     | 40 |
| 2.2.2. Календарний план виконання робіт.....   | 43 |
| 2.2.3. Будівельні генеральні плани.....  | 46 |
| 2.3. Методика складання технологічних карт на будівельно-монтажні роботи у складі проектів виконання робіт .....   | 47 |
| 2.3.1. Загальні положення .....  | 47 |
| 2.3.2. Організація та технологія виконання робіт.....  | 47 |
| 2.3.3. Вимоги до якості робіт.....   | 48 |
| 2.3.4. Потреба у матеріально-технічних ресурсах .....  | 49 |
| 2.3.5. Техніка безпеки та охорона праці .....  | 50 |
| 2.3.6. Техніко-економічні показники .....  | 51 |
| 2.3.7. Порядок розробки та затвердження технологічної карти.....   | 51 |
| Питання для самоконтролю .....   | 51 |
| <b>Тема 3. ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕСЕННЯ (ДЕМОНТАЖУ) ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА</b> .....  | 53 |
| 3.1. Загальні положення організації робіт зі знесення будівель та споруд .....                                     | 53 |
| 3.2. Технології виконання робіт зі знесення об'єктів .....   | 58 |
| 3.2.1. Знесення будівель вручну .....  | 60 |
| 3.2.2. Механізоване знесення стін за допомогою трактора .....  | 61 |
| 3.2.3. Знесення будівель за допомогою сталевої баби .....  | 65 |
| 3.2.4. Знесення будівель та споруд за допомогою канатної тяги.....   | 67 |
| 3.3. Знесення будівель та споруд за допомогою вибуху.....  | 68 |
| 3.4. Знесення будівель та споруд за допомогою гідравлічного молота.....  | 72 |
| Питання для самоконтролю .....   | 73 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Тема 4. ТЕХНОЛОГІЇ РОЗБИРАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА.....</b>                                | <b>74</b>  |
| 4.1. Розбирання будівельних конструкцій.....   | 74         |
| 4.2. Способи руйнування конструкцій.....   | 83         |
| 4.3. Способи влаштування прорізів, отворів і розділення частин конструкцій.....  | 97         |
| 4.4. Безпека праці при розбиранні й обвалення конструкцій.....   | 100        |
| Питання для самоконтролю.....  | 104        |
| <br>   |            |
| <b>Тема 5. ТЕХНОЛОГІЇ ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА.....</b>  | <b>105</b> |
| 5.1. Способи закріплення ґрунтів основ в умовах реконструкції.....   | 105        |
| 5.2. Технологія підсилення фундаментів неглибокого і глибокого закладення.....   | 111        |
| 5.3. Безпека праці та охорона навколишнього середовища при підсиленні основ і фундаментів.....                                       | 123        |
| Питання для самоконтролю.....  | 125        |
| <br>   |            |
| <b>Тема 6. ВИРОБНИЦТВО ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ІСНУЮЧИХ ТА ВЛАШТУВАННЯ НОВИХ ФУНДАМЕНТІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ.....</b> | <b>126</b> |
| 6.1. Кріплення стінок котлованів і траншей в умовах обмеженості.....   | 126        |
| 6.2. Виробництво земляних робіт в умовах обмеженого простору.....  | 136        |
| 6.3. Безпека праці при виробництві земляних робіт.....   | 146        |
| Питання для самоконтролю.....  | 148        |
| <br>   |            |
| <b>Тема 7. СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ.....</b>  | <b>149</b> |
| 7.1. Причини, необхідності підсилення конструкцій.....   | 149        |
| 7.2. Методи підсилення залізобетонних конструкцій.....   | 150        |
| 7.3. Основні вимоги до матеріалів, що використовуються для підсилення залізобетонних конструкцій.....                                | 155        |
| 7.4. Технологічні особливості виконання робіт з посилення залізобетонних конструкцій.....  | 157        |
| 7.5. Технологія виконання робіт з посилення окремих елементів, конструкцій будівель та споруд.....                                   | 173        |
| 7.5.1. Підсилення колон.....   | 173        |
| 7.5.2. Підсилення перекриттів.....   | 178        |
| 7.5.3. Підсилення балкових конструкцій.....  | 179        |
| Запитання для самоконтролю.....  | 182        |
| <br>   |            |
| <b>Тема 8. СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ ПРИ ПІДСИЛЕННІ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....</b>  | <b>184</b> |
| 8.1. Методи підсилення кам'яних конструкцій.....   | 184        |
| 8.2. Основні вимоги до матеріалів, що використовуються для посилення кам'яних конструкцій.....                                       | 186        |
| 8.3. Технологія виконання робіт з посилення окремих елементів, конструкцій та споруд.....  | 189        |
| 8.4. Безпека праці під час підсилення кам'яних конструкцій.....  | 202        |
| Питання для самоконтролю.....  | 206        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Тема 9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З НАДБУДОВИ БУДІВЕЛЬ .....</b>          | <b>207</b> |
| 9.1. Загальні положення з надбудови об'єктів будівництва .....                  | 207        |
| 9.2. Варіанти конструктивно-технологічних рішень у мансардному будівництві..... | 212        |
| Питання для самоконтролю .....  | 221        |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>  | <b>222</b> |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>   | <b>224</b> |
| Додаток А .....   | 224        |
| Додаток Б.....  | 252        |

## ВСТУП

Реконструкція стала одним із магістральних напрямків у галузі капітального будівництва. Її обсяги неухильно зростають. За своєю специфікою проектування та проведення робіт з реконструкції суттєво відрізняються від процесу створення нових будівель та споруд, що зумовлює необхідність відповідної підготовки фахівців в галузі будівництва.

Навчальний посібник з дисципліни «Технологія і організація ремонтно-будівельних робіт» призначений для здобувачів магістерського рівня вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія». Дисципліна відноситься до циклу спеціальних дисциплін і завершує організаційно-технологічну підготовку сучасного фахівця.

У цьому виданні розглядаються такі актуальні питання: специфіка ремонтно-будівельного виробництва; проектування виробництва будівельно-монтажних робіт в умовах реконструкції; сучасний рівень розвитку будівельних технологій під час виконання робіт зі знесення об'єктів будівництва, руйнування та демонтаж будівельних конструкцій, виконання земляних робіт в умовах обмеженого простору, підсилення конструктивних елементів об'єктів а також особливості технологій з надбудови будівель.

Важливою особливістю навчального посібника є виклад порядку проектування виробництва будівельно-монтажних робіт в умовах реконструкції: етапи проектування; особливості методики складання проекту виконання робіт, календарного плану, будівельного генерального плану, технологічних карт на будівельно-монтажні роботи у складі проекту виконання робіт.

Порядок викладу матеріалів у посібнику обумовлений технологічною послідовністю під час виконання будівельно-монтажних робіт в умовах ремонтно-реконструктивного виробництва. При написанні навчального посібника використано матеріали, викладені у підручниках, навчальних посібниках, методичних вказівках, нормативних документах, наукових статтях, матеріалах науково-практичних конференцій.

## Тема 1. СПЕЦИФІКА ОРГАНІЗАЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

### 1.1. Цілі та завдання ремонтно-реконструктивного виробництва

Реконструкція будівель і споруд – це їх перебудова з метою часткової або повної зміни функціонального призначення, встановлення нового ефективного обладнання, поліпшення забудови територій, приведення у відповідність до сучасних нормативних вимог. Вона є частиною загальної реконструкції виробничих підприємств чи міського району, житлового масиву, комплексу соціально-побутових, культурних установ.

Структуру цілей і завдань розв'язуваних під час реконструкції можна звести до схеми наведеної на рисунку 1.1.



Рис. 1.1. Схема взаємозв'язку напрямів та методів від цілей та задач реконструкції

Особливості задач реконструкції виробничих будівель. При реконструкції виробничих будівель вирішуються дещо скореговані завдання:

- приведення об'ємно-планувальної структури будівлі у відповідність до потреб модернізованого або знову розміщеного виробництва, а в разі зміни функціонального призначення будівлі з вимогами цехів або служб, що знову розташовуються;

- підвищення експлуатаційних якостей існуючих несучих та огорожувальних конструкцій відповідно до нових вимог виробництва;

- зміна основних будівельних параметрів будівлі (конфігурації, плану, висот приміщень, сітки колон), пов'язане з розвитком виробництва, а також з умовами проведення реконструктивних будівельних робіт, у тому числі без зупинки технологічного процесу;

- модернізація інженерних систем задля забезпечення потреб модернізованого виробництва та створення необхідних нормами умов праці працюючих;

- удосконалення архітектурно-мистецьких якостей будівлі та її інтер'єрів з урахуванням сучасних вимог до загальної композиції підприємства та промислової естетики.

***Система ремонту та реконструкції*** спрямована на забезпечення нормального функціонування будівель і об'єктів протягом усього їх життєвого циклу. Порівняльну класифікацію та сутність організаційно-планового механізму компонентів системи наведено у таблиці 1.1. Терміни проведення ремонтно-реконструктивних робіт на об'єкті будівництва, або з його елементами визначаються на основі оцінки їх технічного стану. При плануванні ремонтно-будівельних робіт періодичність їх проведення може прийматися у відповідності з рекомендованим значенням мінімальної тривалості ефективної експлуатації об'єктів будівництва та рекомендованим значенням мінімальної тривалості ефективної експлуатації їх елементів. Технічне обслуговування та ремонтно-будівельні роботи повинні проводитися постійно протягом всього періоду експлуатації.

Терміни проведення реконструкції будівель і об'єктів визначаються соціальними потребами та економічною доцільністю й, як правило, збігаються зі термінами проведення капітального ремонту.

Якщо капітальний ремонт будівель дозволяє підтримувати їх технічний стан в заданих нормативних параметрах, то реконструкція і модернізація спрямовані на забезпечення заданого рівня комфортності проживання, обслуговування, благоустрою, дозволяє продовжити термін служби будинків і урізноманітнити архітектурний вигляд міст.

## **1.2. Класифікація об'єктів реконструкції**

При реконструкції будівель і споруд різного призначення на будівельне виробництво впливають фактори, що характеризують умови його організації. До них відносяться:

- поєднання в часі та просторі будівельних процесів, які виконуються в будівлях, з функціонуванням розміщується в них обладнання в процесі реконструкції;
- обмеженість будівельного майданчика і зони виконання робіт;
- специфічні умови, пов'язані з обмеженою можливістю механізації будівельних процесів і необхідністю виконання особливих видів будівельно-монтажних робіт.

Для кількісної оцінки впливу цих факторів на будівельне виробництво існує система показників (табл. 1.2) [10].

До початку реконструкції повинні бути виконані роботи з підготовки будівельного виробництва в обсязі, що забезпечує проведення будівельно-монтажних робіт на об'єкті в задані терміни. Головним в процесі підготовки будівельного виробництва є здійснення комплексу робіт із забезпечення реконструкції об'єкта з мінімальним збитком для його діяльності, а також облаштування та інженерна підготовка будівельного майданчика, що створює умови ефективної роботи будівельної організації.

Таблиця 1.1

**Порівняльна класифікація основних понять сфери ремонту та реконструкції**

| Порівнювані ознаки                                | Основні поняття  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
|   | Реконструкція  | Ремонт  | Види ремонту   |  |  |
|   |  |   | Капітальний  | Поточний   | Планово-попереджувальний   |
| <b>Основні цілі</b>                               | <i>Поліпшення умов проживання та приведення експлуатаційних показників будівлі до рівня сучасних вимог</i>   | <i>Усунення фізичного і морального зносу, не пов'язане зі зміною основних техніко-економічних показників будівлі</i>  | <i>Відновлення ресурсу будівлі з заміною при необхідності констр. елементів і систем інженерного обладнання, а також поліпшення експлуатаційних показників</i> | <i>Відновлення справності (працездатності) конструкцій і систем інженерного обладнання будівлі, а також підтримання експлуатаційних показників</i> | <i>Завчасне виявлення деструктивних процесів і явищ в конструкціях та інженерному обладнанні будинків, попередження виникнення збоїв і відмов, підтримку ресурсу і експлуатаційних показників будівлі</i>  |
| <b>Сутність організаційно-планового механізму</b> | Заснована на оцінці відповідності технічних і експлуатаційних характеристик будівлі сучасному рівню вимог, формуванні та оцінці економічної доцільності можливих варіантів реконструкції будівлі | Заснований на формуванні планів розподілу наявних в розпорядженні ресурсів, що спрямовуються на усунення найбільш істотних дефектів, пошкоджень елементів будівель або їх частин (як правило, вибір елементів будівлі або їх частин для ремонту здійснюється на підставі фактичної наявності скарг від мешканців, реальної небезпеки для життя і здоров'я мешканців через незадовільний стан елементів будівлі або їх частин, здатних привести до суттєвих економічних витрат - виплат за судовими позовами, позасудової компенсації збитків, кримінальної та адміністративної відповідальності або небажаних соціальних наслідків) |  |  | Заснований на <i>регулярній діагностиці</i> технічного стану елементів будівель, ранньому виявленні деструктивних процесів і явищ і, в першу чергу, їх можливих причин та організації попереджувальних ремонтно-будівельних робіт (усувають причини можливих деструктивних процесів) |
| <b>Основні технологічні ознаки</b>                | Пов'язані із заміною, модернізацією, перебудовою, добудовою, санацією частин будівлі та інженерного обладнання   | -   | Пов'язані із <i>заміною, відновленням</i> елементів будівель, інженерного обладнання   | Пов'язані із <i>заміною, відновленням окремих частин</i> елементів будівлі, інженерного обладнання   | Пов'язані з <i>попередженням</i> розвитку небажаних процесів і явищ в конструкціях і обладнанні  |

Таблиця 1.2

### Класифікація об'єктів реконструкції за характером будівельно-монтажних робіт

| Класифікаційна ознака  | Класифікаційні угруповання                       |                        |  |                          |  |   |                |          |
|--|--|------------------------|--|--------------------------|--|---|----------------|----------|
| 1. Вид об'єкту реконструкції   | 1. Будівництво нових будівель і споруд           |                        |  |                          | 2. Перебудова існуючих будівель і споруд         |   |                |          |
| 2. Умови організації зведення (реконструкції) будинку                            | 1. На вільній від забудови території             |                        | 2. Замість будівель і споруд які зносяться                             |                          |  | 3. Без знесення будівель і споруд (всередині «зони» забудови)   |                |          |
| 3. Черговість звільнення майданчиків будівництва                                 | 1. Існуючі будівлі та споруди зносяться частково |                        | 2. Існуючі будівлі та споруди зносяться повністю для будівництва нових |                          |  | 3. Існуючі будівлі та споруди зносяться після будівництва нових |                |          |
| 4. Характер зміни об'ємно-планувальних рішень (ОПР) і конструктивних рішень (КР) | 1. Без зміни ОПР і КР існуючих будівель і споруд |                        |  |                          | 2. Зі зміною ОПР і КР існуючих будівель і споруд |   |                |          |
| 5. Вид зміни ОПР існуючих будівель   | Оббудова   | Надбудова              | Прибудова  | Вбудова                  | Підбудова  | Пересування   | Перепланування |          |
| 6. Характер зміни КР існуючих будівель   | Без заміни конструкцій                           | Із заміною конструкцій | Без посилення конструкцій  | З посиленням конструкцій | Без розбирання конструкцій                       | З розбиранням конструкцій                                       |                |          |
| 7. Вид конструкцій що підлягають змінам  | Основи будівель і споруд                         | Фундаменти             | Колони   | Стіни                    | Перегородки                                      | Перекриття  | Покриття       | Покрівлі |

Таблиця 1.3

## Класифікація об'єктів реконструкції за ступенем складності (категорії)

| Класифікаційні ознаки   | Ступінь (категорія) складності об'єкту  |  |  |
|---|---|--|--|
|   | Нескладні   | Середньої складності   | Особливо складні   |
| Склад об'єкта і його об'ємно-планувальні рішення                  | Кілька типових будівель або один будинок з простими об'ємно-планувальними рішеннями   | Кілька нетипових будівель і споруд з повторюваними параметрами основних габаритних схем або один нетиповий (індивідуальний) об'єкт                       | Велика кількість різних будівель і споруд або одне велике будівництво з різними нетиповими об'ємно-планувальними рішеннями   |
| Конструктивні рішення будівель і споруд                           | Типові конструкції, які використовуються для масового будівництва, що дозволяють виконувати будівельно-монтажні роботи індустріальними методами | Різні поєднання індивідуальних і типових конструкцій, що вимагають застосування відносно простих технологій будівельного виробництва                     | Індивідуальні конструкції, в значних обсягах пов'язані із заміною або посиленням основ, фундаментів, несучих конструкцій будівель, що вимагають розробки спеціальних технологій будівельного виробництва |
| Стисненість будівельного майданчику                               | Нормальна $K_{ст} > 0,5$  | Стисненні $0,5 < K_{ст} < 1$   | Особливо стиснені $K_{ст} < 0,1$   |
| Щільність забудови території                                      | Мала  | Середня  | Висока   |
| Експлуатаційна діяльність реконструйованих об'єктів               | Роботи ведуться в будівлях, звільнених на період виконання будівельно-монтажних робіт   | Діяльність реконструюється переривається на обмежений час (період), але об'єкт функціонує з деяким обмеженням  | Під час виконання будівельно-монтажних робіт експлуатація реконструюється не припиняється  |
| Насиченість території і умови експлуатації інженерних комунікацій | Мала кількість інженерних комунікацій, які не потребують їх захисту або перенесення (перекладки) в процесі реконструкції                        | В рівній мірі є інженерні комунікації як експлуатовані в процесі реконструкції, так і вимагають їх захисту або перенесення (перекладки) в незначній мірі | Наявність великої кількості інженерних комунікацій, які експлуатуються в процесі реконструкції та вимагають їх захисту або перенесення (перекладки)  |

Об'єкти реконструкції розрізняють за характером намічаються будівельно-монтажних робіт і ступеня їх складності: нескладні, складні і особливо складні (табл. 1.3) [10]. Ці ознаки використовують для характеристики проектних рішень для доцільного виконання реконструкції об'єкта або комплексу, визначення умов виконання будівельно-монтажних робіт і попередньої оцінки витрат.

Основні роботи з підготовки об'єкту до реконструкції повинні виконуватися замовником. Проведення будь-якої реконструкції пов'язано з припиненням використання існуючих будівель за функціональним призначенням на той чи інший проміжок часу. У цей період скорочується або повністю припиняється основний процес - випуск продукції або надання житлово-комунальних або інших послуг. Для компенсації пов'язаних з цим економічних втрат замовник реалізує одну з двох можливостей: створення резерву продукції, що забезпечує потреби покупців на час реконструкції об'єкта, або завчасно вирішує завдання перенесення процесу її створення на інші виробничі площі.

### **1.3. Оцінка суміщення будівельно-монтажних робіт з процесами експлуатації об'єкта реконструкції**

Реконструкція діючих підприємств, будівель і споруд завжди пов'язана з необхідністю забезпечення взаємодії двох систем: експлуатації об'єкта  $E_{об}$  і будівельного виробництва  $B_{об}$ .

В роботі [10] відзначається, що взаємодія цих систем можливо лише в разі створення для кожної відповідних умов. З одного боку, необхідно створити умови, при яких можлива експлуатація об'єкта під час проведення його реконструкції, а з іншого - забезпечити виконання будівельно-монтажних робіт індустріальними методами.

Можливі два методи реконструкції: з зупинкою виробництва або припиненням функціонування об'єкта (наприклад, житлового будинку) під час реконструкції ( $P_{36}$ ) і без зупинки виробництва або відселення мешканців ( $P_{636}$ ).

У першому випадку випуск продукції або надання послуг під час реконструкції об'єкта повністю припиняється. У промисловому будівництві метод  $P_{36}$  застосовується в основному при реконструкції виробництв переробного типу з безперервним технологічним процесом (виробництво сталі, цементу тощо), цехів підприємства зі строгими вимогами до мікроклімату, вологості, чистоти (хімічна і електронна промисловість). У цивільному будівництві цим методом реконструюються будівлі, з яких на час їх перебудови виселені люди або виведені організації що в них розміщуються.

У другому випадку ( $P_{636}$ ) процеси функціонування об'єкта і будівельно-монтажні роботи по його реконструкції здійснюються практично одночасно (поєднане). Зазвичай цим методом ведеться реконструкція промислових підприємств складального типу з переривчастим (циклічним) технологічним процесом (машинобудівних виробництв, ремонтних заводів, текстильних фабрик) або об'єктів міського господарства, що функціонують періодично.

Методи реконструкції розрізняються за показником

$$П = П_0 + 1, \quad (1.1)$$

де  $П_0$  - число, що характеризує можливість суміщення будівельного виробництва та експлуатації об'єкта.

При методі  $P_{36}$  значення  $П_0 = 0$ , при  $P_{636}$  кількість варіантів  $П_0 = 1, 2, 3 \dots$

У загальному випадку показник  $П$  характеризує можливість поділу об'єкта реконструкції на окремі частини (виробництва, цехи, секції або окремі приміщення будівель), припинення експлуатації яких на час виконання будівельно-монтажних робіт не призводить до припинення функціонування об'єкта в цілому. Мінімальна кількість таких частин може дорівнювати двом.

Якщо ж за технологічним або іншими причинами об'єкт не може бути розділений на такі частини, то його реконструкція проводиться методом  $P_{36}$  при

повному звільненні будівель від обладнання, персоналу або жителів на час виконання будівельно-монтажних робіт. В цьому випадку показник  $P$  завжди дорівнює 1.

#### 1.4. Обмеженість будівельного майданчика і робочих місць

Під обмеженістю слід розуміти наявність певних перешкод, що обмежують можливість використання будівельних машин на будівельному майданчику, а також можливість розміщення конструкцій та матеріалів в межах робочої зони (зони переміщення) будівельних машин і транспортної техніки.

Вплив фактора обмеженості на будівельне виробництво проявляється в зниженні продуктивності праці та збільшенні термінів проведення ремонтно-реконструктивних робіт.

Об'єкти реконструкції характеризують за допомогою зовнішньої та внутрішньої обмеженості.

Зовнішня обмеженість характеризується відношенням вільної площі території будмайданчику до площі ділянки, необхідної для раціональної організації будівельного виробництва й розміщення будівельної техніки, складування конструкцій і матеріалів та розміщення побутового містечка будівельників.

У загальному випадку вільна площа визначається наступним чином

$$F_c = F_o - (F_{зб} + F_{нм} + F_{нп} + F_{знб}), \quad (1.2)$$

де  $F_o$  - загальна площа території об'єкта реконструкції;

$F_{зб}$  - площа, забудована існуючими будівлями та спорудами;

$F_{нм}$  - площа зон надземних інженерних мереж;

$F_{нп}$  - території, зайняті складами, дорогами, побутовим містечком;

$F_{знб}$  - території, що знаходяться в небезпечних зонах (поблизу складів легкозаймистих рідин (ЛЗР), об'єктів енергетичного господарства, транспортних магістралей тощо).

Значення цієї величини порівнюється з площею будівельного генерального плану  $F_{zn}$ , що забезпечує розрахункові параметри використання будівельних машин, складування будівельних матеріалів, розміщення побутового містечка, влаштування тимчасових доріг і майданчиків.

$$F_{zn} = F_{cm} + F_{nm} + F_{dn} + F_{zm}, \quad (1.3)$$

де  $F_{zm}$  - площа складів для зберігання матеріалів і конструкцій;

$F_{nm}$  - площа, яку займає побутове містечко будівельників;

$F_{dn}$  - площа доріг та майданчиків;

$F_{zm}$  - робочі зони будівельних машин.

Ступінь зовнішньої обмеженості об'єкта визначається відношенням:

$$K_{cm} = \frac{F_c}{F_{zn}} \quad (1.4)$$

Зрозуміло, що значення  $K_{cm}$  можливо у вигляді двох граничних значень:

1.  $K_{cm} = 0$  при  $F_c = 0$ ;
2.  $K_{cm} \geq 1$  при  $F_c \geq F_{zn}$ .

Можливе й інше значення  $K_{cm}$  в інтервалі  $0 < K_{cm} < 1$ .

Першому значенню відповідають особливо обмежені умови, другому - обмежені, а третій - обмеження в меншій мірі.

Внутрішня обмеженість об'єкту реконструкції визначає вибір технології будівельних процесів та взаємопов'язування їх в часі та просторі а також характеризує умови організації робочих місць, обмеження формування фронту робіт, можливість використання будівельних машин і монтажу (демонтажу) конструкцій. Внутрішня обмеженість характеризується ступенем свободи переміщення будівельних конструкцій всередині об'єкта будівництва.

Під ступенем свободи переміщення конструкцій в просторі із заданими параметрами мається на увазі кількість можливих напрямків безперешкодного їх переміщення. Кількість таких переміщень у вільному просторі  $l_k = 6$  (вгору-

вниз, вперед-назад, направо-наліво). Ступінь свободи переміщення конструкцій залежить від розташування огорожуючих конструкцій, габаритів приміщень, висоти поверху та інших параметрів, що характеризують об'ємно-планувальні та конструктивні рішення об'єктів реконструкції.

Об'єкти реконструкції найчастіше складаються з сукупності об'ємів, обмежених осередками у вигляді прямокутної призми й системи горизонтальних та вертикальних площин. Негабаритні та глухі площини в кожному осередку будівлі є перешкодами, що обмежують свободу переміщення конструкції. Якщо позначити ці перешкоди через  $i_{kn}$ , то число ступенів свободи всередині об'єктного переміщення конструкції  $Ч_{ст\ cв}$  можна визначити

$$Ч_{ст\ cв} = i_k - i_{kn}, \quad (1.5)$$

де  $i_k$  - кількість можливих напрямків вільного переміщення.

Виходячи з цього встановлюємо, що монтаж конструкцій в замкнутому осередку неможливий, так як  $Ч_{ст\ cв} = 6 - 6 = 0$ .

Для можливості переміщення конструкції всередині осередку необхідно усунути хоча б одну перешкоду. Тоді  $Ч_{ст\ cв} = 6 - (6 - 1) = 1$ . Найбільше число ступенів свободи є лише при новому будівництві:  $Ч_{ст\ cв} = 6 - (6 - 5) = 5$ .

Поряд з показником  $Ч_{ст\ cв}$  для характеристик внутрішньої обмеженості будівель використовуються і звичайні параметри, що характеризують об'ємно-планувальні рішення: відстань між огорожувальними конструкціями, висота поверху, довжина та кількість прольотів тощо.

Ці параметри впливають на вибір вантажопідіймального крану, показники витрат праці та машинного часу, що має враховуватися при виборі організаційно-технологічних рішень будівельного виробництва. Наприклад, продуктивність праці мулярів при роботі в стеснених умовах може знизитися в 6 разів, в порівнянні з нормальними.

### **1.5. Умови роботи будівельних машин на об'єктах реконструкції**

Робота будівельних машин в будівлях, що експлуатуються, на території діючих підприємств або серед існуючої міської забудови пов'язана з низкою додаткових обмежень, що враховуються при організаційно-технологічному проектуванні будівельного виробництва. При виборі засобів механізації (землерийних машин, вантажопідіймальних кранів, транспортних засобів) необхідно враховувати фактори зовнішньої або внутрішньої обмеженості, можливість загазованості приміщень вихлопними газами, а також динамічні навантаження на конструкції будівель.

Стисненість будівельного майданчику враховується при оцінці можливості транспортування, монтажу і демонтажу вантажопідіймальних кранів.

Внутрішня обмеженість визначає умови прив'язки кранів до будівлі, що реконструюється.

За умовами експлуатації об'єкта можуть бути введені обмеження на роботу будівельних машин з двигуном внутрішнього згоряння або буде потрібно проектування системи видалення вихлопних газів. Діючі норми часто визначають і технологію виконання будівельних процесів. Наприклад, ближче 20 м від існуючих будівель заборонена забивання паль ударним методом. Тому при виборі засобів механізації необхідно використовувати інші способи занурення паль (вдавлення, лідируючі свердловини тощо). Одним з рішень може бути і перехід на інші конструкції паль (наприклад, влаштування буронабивних паль).

Разом з просторовими і функціональними обмеженнями умови реконструкції відображаються також на продуктивності будівельних машин, що в свою чергу, впливає на зміну витрат машинного часу в порівнянні з новим будівництвом.

Розглянемо змінення цього показника на прикладі роботи вантажопідіймних кранів.

У загальному випадку продуктивність вантажопідйомного крану вимірюється об'ємом конструкцій, що подаються з його допомогою в одиницю часу. Вона пов'язана з тривалістю циклу його роботи на об'єкті  $T_{\text{ц}}$  в певному співвідношенні, що включає ручні й механізовані операції. Основні стадії монтажного циклу при реконструкції будівлі в умовах обмеженого простору наведені в табл. 1.4 [10].

Таблиця 1.4

**Стадії монтажного циклу в умовах обмеженого простору  
виконання будівельно-монтажних робіт**

| Найменування стадії              | Зміст стадії   | Характер процесу                        |
|----------------------------------|--|---|
| 1. Стропування                   | З'єднання вантажу з вантажозахоплювальними органами вантажопідйомного механізму                                    | Ручний                                  |
| 2. Підйом                        | Підйом і переміщення вантажу із зони складування до проему   | Механізований                           |
| 3. Перехід в замкнутий об'єм     | Переміщення вантажу через отвір всередині об'єкту що реконструюється   | Змішаний:<br>механізований та<br>ручний |
| 4. Переміщення всередині будівлі | Переміщення вантажу всередині замкнутого об'єму будівлі від отвору до місця наведення вантажу в проектне положення | То же                                   |
| 5. Наведення                     | Максимальне наближення вантажу до проектного положення   | "-"                                     |
| 6. Орієнтування та встановлення  | Вивірка вантажу в просторі, тимчасове закріплення  | "-"                                     |
| 7. Закріплення                   | Остаточне (постійне або тимчасове) закріплення вантажу в проектне положення  | "-"                                     |
| 8. Розстропування                | Роз'єднання зв'язків вантажу з вантажозахоплювальними органами вантажопідйомного крана                             | Ручний                                  |

Загальний час роботи крана, в свою чергу, залежить від його використання на об'єкті реконструкції з урахуванням технологічних і організаційних перерв, транспортабельності, кількості перестановок, тривалості монтажу і демонтажу, втрат часу через зовнішні та внутрішні обмеженості.

Тривалість роботи крану  $T_m$  визначається у вигляді суми тривалостей: підймання та опускання вантажу  $T_{no}$  тривалості горизонтального переміщення вантажу або стріли крану, а також часу її повороту.

Тривалість ручних операцій пов'язана з витратами часу на стропування і розстропування вантажу, маневрування вантажем при його подачі всередину будівлі, орієнтування і наведення конструкції в проектне положення, тимчасове і постійне закріплення її в проектному положенні. Більшість машинних і ручних операцій, як правило, виконуються одночасно, в зв'язку з цим тривалість циклу роботи крана може бути представлена у вигляді формули

$$T_u = T'_u + T''_u, \quad (1.6)$$

де  $T'_u, T''_u$  - тривалість роботи крану з врахуванням й без участі монтажників.

Експлуатаційну продуктивність роботи крану, з урахуванням викладеного, можна визначити згідно з формулою

$$P_{екс} = \frac{T_{зм} K_2 K_6 Q}{T_u} \cdot \beta, \quad (1.7)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, год;

$K_2$  – коефіцієнт використання крану за вантажопідйомністю;

$K_6$  – коефіцієнт використання крану за часом:

$$K_6 = \frac{T_{зм}}{T_{зм} + T_{пер}}, \quad (1.8)$$

де  $T_{пер}$  – тривалість перерв у роботі крану з організаційних, технологічних і метеорологічних причин;

$\beta$  – коефіцієнт суміщення ручних і машинних операцій:

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{T'_y}{T''_y}}, \quad (1.9)$$

де  $T_y$  – тривалість будівельного циклу робіт;  
 $Q$  – обсяг вантажів, т (од.).

В роботі [10] продемонстровано, що максимально допустиме значення коефіцієнту  $\beta = 0,4$ . Збільшення показника  $\beta$  знижує ефективність використання машин. В залежності від  $\Pi_{екс}$  визначається трудомісткість монтажу або демонтажу конструкцій «А».

$$A = \frac{Q_i}{\Pi_{екс}} \cdot R_i + A_{mn}, \quad (1.10)$$

де  $i$  – кількість типорозмірів будівельних конструкцій;  
 $Q_i$  – обсяг робіт з монтажу  $i$  – конструкції;  
 $R_i$  – кількість робітників, зайнятих на монтажі (демонтажі)  $i$  – конструкції;  
 $A_{mn}$  – трудомісткість монтажу, демонтажу і перестановок машин на об'єкті реконструкції.

Витрати праці й машинного часу на проведення роботи, що виконуються на об'єктах реконструкції, повинні бути відкориговані з урахуванням зміни кількості ресурсів, переходів бригад з ділянки на ділянку, суміщення будівельних процесів з експлуатацією об'єкту та інших факторів. В таблицях 1.5 й 1.6 наведено показники, розраховані згідно з формул (1.6) ... (1.10), використовуючи які можна визначити зміну трудомісткості й машиноємності робіт з монтажу і демонтажу будівельних конструкцій.

Таблиця 1.5

### Втрати робочого часу при роботах на об'єктах реконструкції

| Характер втрат часу   | Одиниця виміру | Тривалість, дні |
|---|----------------|-----------------|
| 1   | 2              | 3               |
| 1. Перебазування бригади робітників з об'єкта на інший об'єкт з передислокацією знарядь праці й мобільних приміщень | день           | 2,00            |
| 2. Підготовчо-заключний період роботи машин на об'єкті з урахуванням передислокації                                 | То же          | 3,5*            |
| 3. Продуктивність роботи будівельних машин при зміні їх кількості:  | %              |                 |
| - одна машина;  | -«-            | 100             |
| - 2 машини;   | -«-            | 70              |
| - 3 машини;   | -«-            | 60              |
| - 4 машини  | -«-            | 50              |

Примітка. \* - в підготовчо-заключний період продуктивність будівельних машин знижується в середньому на 30%.

Таблиця 1.6

### Розрахункові значення коефіцієнтів збільшення витрат праці та машинного часу при суміщенні будівельних процесів з функціонуванням об'єкту реконструкції

| Характер будівельно-монтажних робіт                  | Збільшення трудовитрат у порівнянні з нормами |         |         |
|--|---|---------|---------|
|  | 1 зміна                                       | 2 зміна | 3 зміна |
| 1. Будівництво прибудов до будівлі що експлуатуються | 1,2   | 1,1     | 1,0     |
| 2. Роботи всередині будівель при методі $P_{зв}$     | 1,05  | 1,02    | 1,0     |
| 3. Роботи всередині будівель при методі $P_{бзв}$    | 1,35  | 1,30    | 1,25    |

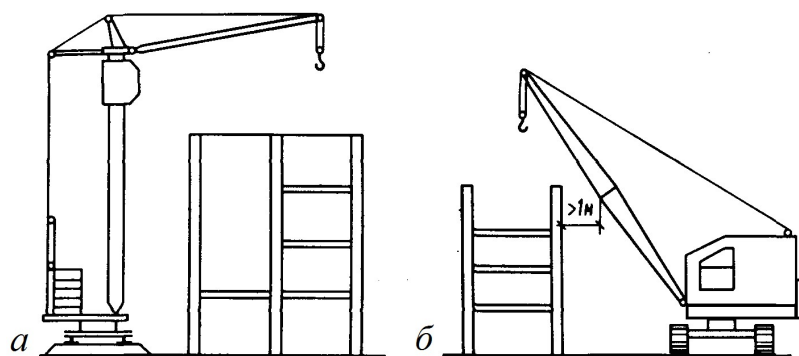
## 1.6. Схеми механізації будівельно-монтажних робіт при реконструкції

Схема механізації процесів виробництва робіт при реконструкції будівлі або споруди має головне значення для організації будівельного майданчику, призначення захваток і послідовності включення їх в потік.

Розробка схем механізації складається з наступних стадій [6]:

- визначення принципової схеми механізації;
- вибір виду і марки вантажопідійомних машин;
- проектування розміщення вантажопідіймальних машин на об'єкті реконструкції;
- проектування технології й організації механізованих робіт.

При виконанні робіт з надбудови будівлі й посилення окремих несучих конструкцій доцільно використовувати схему механізації робіт, що передбачає застосування баштових або стрілових кранів, що подають вантажі через верх будівлі. Використання такої схеми ефективно для будівель з повним або частковим розбиранням даху і горіщного перекриття (рис. 1.2).



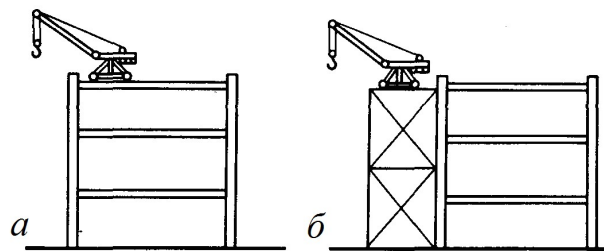
**Рис. 1.2. Схеми механізації робіт:**

а – із застосуванням баштового крану; б – із застосуванням стрілового крану

При використанні на об'єкті реконструкції великорозмірних елементів (при масі елемента більше 1 т) можуть використовуватися баштові (для багатоповерхових будівель) або стрілові (для малоповерхових будівель) крани.

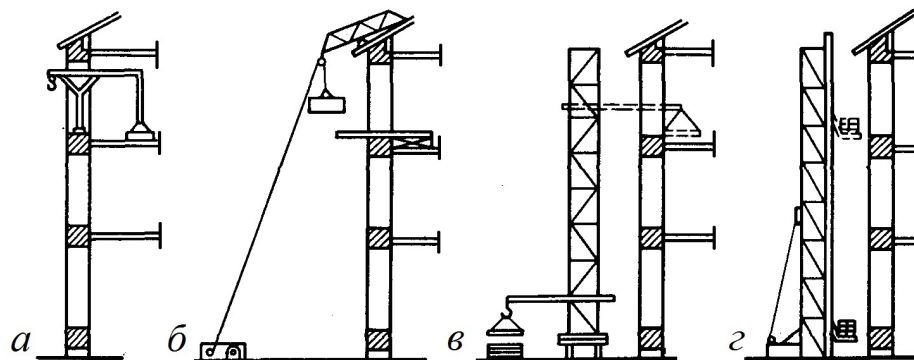
Якщо на об'єкті реконструкції подаються вантажі масою понад 100 кг (наприклад, залізобетонні балочні елементи) застосування баштових або стрілових кранів вважається оптимальним.

Якщо на об'єктах реконструкції подаються вантажі масою до 100 кг (наприклад, проводиться устрій збірно-монолітного перекриття або посилення перекриття нарощуванням), проектується схема механізації з використанням легких пересувних стрілових кранів, кранів «в вікно», лебідок, підйомників (рис. 1.3, 1.4).



**Рис. 1.3. Схеми механізації робіт із застосуванням легкого пересувного крану:**  
а – встановленого на покритті; б – встановленого на естакаді

У разі виконання робіт зі збереженням даху і перекриттів для подачі матеріалів використовуються підйомники і крани «у вікно», а також лебідки.



**Рис. 1.4. Схеми механізації робіт із застосуванням:**  
а – крана «в вікно»; б – електричної лебідки;  
в – будівельного підйомника; г – щоглового підйомника

Для переміщення вантажів усередині будівлі можуть використовуватися монорельси з тельфером (або система монорейок з тельферами). Баштові та

стрілові крани, а також легкі пересувні стрілові крани в схемах механізації всередині будівлі можуть застосовуватися лише за умови подачі вантажів на вантажоприймальні майданчики, що встановлюються в отворах.

Для подачі сипучих вантажів, розчинних і бетонних сумішей в підвал, на перший і другий поверхи будівлі, що реконструюється, для навантаження будівельного сміття можуть бути використані транспортери (стрічкові конвеєри).

У разі, коли максимальна маса елементів, що укладаються, допускає виконання робіт вручну, застосовуються легкі стрілові крани. Крани можуть пересуватися по настилу або по рейковому шляху, встановлюватися на естакаді, або на горищному перекритті або покритті будівлі, що реконструюється. В основному легкі стрілові крани забезпечують тільки підйом і подачу вантажів всередину будівлі й через невелику вантажопідйомність і виліт стріли не можуть бути використані при монтажі конструкцій (див. рис. 1.3).

Крани «в вікно» використовуються для подачі вантажів всередину будівлі, на невелику глибину. Вони мають меншу вантажопідйомність, ніж підйомники (рис. 1.4, а).

Електричні лебідки дозволяють піднімати вантаж до рівня отвору, застосовуються також для підйому довгомірних матеріалів (див. рис. 1.4, б).

Будівельні підйомники, які подають вантажі всередину будівлі через віконні або монтажні отвори, забезпечують переміщення деталей в зону монтажу з подальшим їх укладанням вручну (рис. 1.4, в).

Щоглові підйомники піднімають вантаж до рівня отвору, при подовженні платформи вони можуть використовуватися для підйому довгомірних матеріалів (рис. 1.4, г).

Для подачі вантажів всередину будівлі, потім переміщення їх в монтажну зону та укладання в проектне положення може також використовуватися система декількох електричних талів з монорельсами, які встановлюються за схемою: одна у вигляді консолі в отворі, інші – по осі прольоту.

### **1.7. Варіантне проектування організаційно-технологічних рішень процесів реконструкції промислових підприємств**

При виборі варіантів організації реконструкції враховуються організаційно-технологічна схема виробництва, що визначає розбивку загального фронту робіт на ділянки (вузли) і послідовність виконання будівельно-монтажних робіт по ділянках; необхідність забезпечення планового обсягу випуску промислової продукції або надання будь-яких послуг в період реконструкції.

Реалізація першого принципу забезпечується раціональними проектними рішеннями будівель і споруд, що забезпечують можливість виконання будівельно-монтажних робіт з мінімальними перешкодами для експлуатації реконструйованих будівель. Передбачається будівництво будівель з осяжним каркасом (великопрольотних, з покриттям у вигляді мембран, структурних покриттів, застосування легких металевих конструкцій, будівельних блоків та блоків агрегованого обладнання, перенесення більшості будівельних процесів з будівельного майданчика в заводські умови).

Здійснення другого принципу пов'язано з рішеннями, спрямованими на компенсацію втрат продукції від зупинки виробництва – перенесення обладнання в інші будівлі на час реконструкції цехів що необхідно зупинити, виконання будівельно-монтажних робіт в «вікна», інші зміни, вихідні дні. Схема формування варіантів організації реконструкції об'єкта виробничого призначення наведена на рис. 1.5.

Аналогічні заходи розробляються для житлово-комунального комплексу та інших об'єктів реконструкції.

Для скорочення тривалості зупинки виробництва практикується винесення максимального обсягу будівельно-монтажних робіт у періоди до та після зупинення, при максимальному насиченні фронту робіт, виконуваних під час зупинки, матеріально-технічними та трудовими ресурсами.



**Рис. 1.5. Схема формування варіантів організації робіт з реконструкції промислового підприємства:**

1, 2, 3 – окремі виробництва і цехи підприємств та їх ділянки; S-1, S-2, S-3 – види оновлення основних фондів; а – вільний майданчик; б – обмежений майданчик; в – особливо обмежена; г – нормальні умови будівництва; д – складні умови; е – особливо складні умови

Тому при розробці проектної документації передбачаються заходи, що дозволяють здійснити реконструкцію об'єкту в обмежений час (1-2 місяці) за рахунок можливого перенесення багатьох монтажних робіт в до- та абл. нплан данч періоди, скорочення розміру зупиняємих ділянок виробництва або частин будівель.

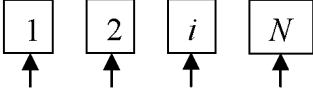
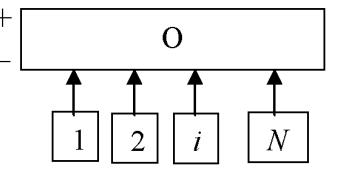
На рис. 1.6 наведені схеми організаційно-технологічних рішень, що дозволяють здійснити реконструкцію об'єктів різними методами. Вони можливі лише при відповідних проектних рішеннях будівель і споруд, що визначають тривалість і черговість виконання будівельно-монтажних робіт на окремих частинах об'єкту реконструкції.

Заходи з підготовки виробництва, яки абл. нплан замовником, в основному спрямовані на скорочення тривалості реконструкції й зупинок виробництва, створення безпечних умов виконання будівельно-монтажних робіт і запобігання порушень експлуатаційної діяльності об'єкта.

Внутрішньомайданчикові підготовчі роботи, що проводяться будівельною організацією при підготовці будівельного виробництва в умовах реконструкції, в цілому мало відрізняються від підготовки будівництва нових об'єктів. Багато задач, пов'язані з забезпеченням робітників-будівельників тимчасовими будівлями і спорудами виробничого, санітарно-побутового призначення, організацією енерго- і водопостачання будівництва та інші, вирішуються значно легше, ніж на неосвоєних будівельних майданчиках. Додатково виконуються роботи, пов'язані з необхідністю захисту експлуатованих будівель і споруд, технологічного обладнання, інженерних мереж і насаджень на час реконструкції.

До таких робіт відносяться:

- влаштування захисних огорожень, що захищають будівлі та споруди від динамічних навантажень і механічних пошкоджень, пов'язаних із забиванням паль, роботою будівельних машин, вибуховими роботами тощо .;

| Варіант | Схема перебудови  | Метод реконструкції | Організаційно-технічне рішення   |
|---------|---|---------------------|--|
| 1       |    | РЗВ                 | Будівля повністю звільнено від обладнання і персоналу. Створюється резерв продукції. Тривалість зупинки регламентована   |
| 2       |    |                     |  |
| 3       |    | РБЗ                 | Вводять нові виробничі площі. Виробництво по черзі переноситься на цю площу з будівлі або ділянок N. Послідовно проводиться їх реконструкція   |
| 4       |    | РБЗ                 | Вводиться додаткова площа тимчасового характеру. Після послідовно проведеної реконструкції N ділянок будівлі або підприємства тимчасова будівля демонтується   |
| 5       |   | РБЗ                 | Знову введена площа, після проведення реконструкції всіх ділянок об'єкта з першого до останнього, забезпечує приріст потужності  |
| 6       |  | РБЗ                 | Нова площа використовується для послідовно проводимої реконструкції для N ділянок об'єкта. Після закінчення робіт остання ділянка демонтується   |
| 7       |  | РБЗ                 | На час реконструкції окремі частини об'єкта-будівлі або приміщення послідовно звільняються від обладнання і персоналу. Для цієї мети можуть бути створені тимчасові абл. н, що демонтуються після завершення реконструкції будівлі |
| 8       |  |                     |  |

**Рис. 1.6. Типові схеми організації реконструкції:**

+ - створення нових виробничих площ (постійного або тимчасового характеру); - - розбирання тимчасових будівель, що зводяться для перенесення виробничого процесу на час реконструкції існуючих цехів; О – постійні або тимчасові будівлі, що зводяться до реконструкції існуючих цехів підприємства; 1, 2, 3, ..., N – існуючі цехи, відділення або ділянки підприємства; РБЗ і РЗВ – реконструкція без зупинки і з зупинкою виробництва

- влаштування захисних укриттів, що оберігають технологічне обладнання, виробничі та службові приміщення будівель від забруднення, пов'язаного з розбиранням конструкцій, земляними та бетонними роботами.

Для забезпечення такого захисту в складі робіт підготовчого періоду передбачається влаштування тимчасових огорож, покриттів та інших пристроїв: тимчасових перегородок для ізоляції зон виконання робіт від ділянок функціонуючих об'єктів, що використовуються за функціональним призначенням, тимчасових покриттів для захисту від атмосферних опадів приміщень з розібраними покриттями, огорож що оберігають виробничий персонал підприємства або жителів від випадкового входу на будівельний майданчик, укриттів для робочих будівельників або персоналу підприємства в зонах можливого падіння вантажів тощо.

Зазначені роботи виконуються підрядною будівельною організацією відповідно до умов, обговорених при укладанні договорів на капітальне будівництво.

### ***1.7.1. Особливості календарного планування при реконструкції***

Завданням календарного планування будівельного виробництва є вирішення комплексу питань щодо вибору складу та кількості пускових комплексів і черг реконструкції об'єкту з урахуванням технологічної взаємозв'язку його елементів (будівель, виробництв, приміщень), характеру будівельно-монтажних робіт, методів реконструкції та організації її проведення. Основним фактором, що визначає рішення календарного плану реконструкції, є метод організації її проведення.

На практиці застосовуються різні методи, що відрізняються наявністю різних обмежень і системою правил взаємодії ресурсів будівельних організацій, що забезпечують досягнення необхідного результату – ефективного виконання в заданий час будівельно-монтажних робіт без зниження обсягів випуску продукції або надання різного роду послуг.

Для досягнення цієї мети при календарному плануванні реконструкції промислових підприємств або об'єктів цивільного призначення слід виходити з чотирьох основних стратегій, представлених типовими схемами організації будівництва (див. рис. 1.6).

Схема 1 характеризує – паралельний метод організації реконструкції, який передбачає одночасне проведення будівельно-монтажних робіт на всіх об'єктах і ділянках. Цей метод дозволяє провести реконструкцію об'єкта в надзвичайно стислі терміни, але він можливий лише при повному його виведенні зі сфери експлуатації. При реконструкції промислових підприємств для цього необхідне створення резерву продукції на весь час виконання необхідного комплексу робіт і при максимальній концентрації ресурсів будівельної організації до моменту зупинки виробництва.

Схема 2 відображає потоковий метод, в найбільшій мірі задовольняє будівельну організацію, так як вона при цьому працює в будівлях, вільних від персоналу і обладнання та може в достатній мірі раціонально використовувати свої ресурси. У той же час він менш ефективний для замовника, так як пов'язаний з припиненням діяльності об'єкту на досить великий час. Варіанти потокової організації реконструкції, проведеної за схемами 3 і 4, вимагають додаткових витрат на створення нових виробничих площ і неодноразове перенесення технологічного процесу на ці площі. Така організація не зовсім прийнятна і для будівельників, оскільки ефективна робота поточним методом в межах окремих ділянок поєднується з нераціональним використанням ресурсів по об'єкту в цілому.

Схеми 5 – 8 представляють різні модифікації послідовного методу організації робіт, при якому вони виконуються по черзі по окремих ділянках об'єкту (цехах, приміщеннях, будівлях). При послідовному методі забезпечується найменша тривалість реконструкції окремих ділянок, що призводить до швидкого введення в дію нових потужностей, виробничої або службової площі до моменту завершення всіх робіт по об'єкту. Однак загальна тривалість реконструкції через зазвичай великої кількості черг значно

збільшується, а ресурси будівельної організації використовуються найменш раціонально в зв'язку з необхідністю частих переходів будівельних машин і робочих з однієї ділянки на іншу. При послідовному методі також необхідно заповнення втрат продукції або послуг, що надаються, але величина резервів може бути значно зменшена.

Найбільш раціональні потокові методи організації реконструкції, що поєднують послідовну і паралельну організацію робіт.

### ***1.7.2. Система параметрів для оцінки якості календарних планів***

Методи організації ремонтно-реконструктивних робіт кількісно оцінюються системою параметрів, до яких віднесено взаємопов'язані показники: тривалість реконструкції й обсяг продукції або кількість послуг, що надаються об'єкту. Вони знаходяться в залежності від обраних методів реконструкції та організації її проведення.

Розглянемо кілька показників тривалості:

$T_p$  - тривалість реконструкції об'єкта ;

$T_z$  – тривалість зупинки виробництва, до зупинкового –  $T_{dz}$  та після зупинкового періоду –  $T_{nz}$ ;

- будівництва нових будівель –  $T_{bn}$ ;

- розбирання існуючих об'єктів –  $T_{pio}$ ;

- монтажу або демонтажу технологічного обладнання –  $T_{dmo}$  и  $T_{mmo}$ .

**Тривалість реконструкції** вимірюється часом, необхідним для проведення повного комплексу робіт з перебудові об'єкту, що включає підготовчий і основний періоди. В основний час включається тривалість дозупинкового й зупинкового періодів а також тривалість зупинок виробництва.

**Тривалість зупинки** визначається мінімально можливим часом, необхідним для заміни технологічного або інженерного обладнання будівель та виконання пов'язаних з цим будівельних, монтажних й спеціальних робіт, що забезпечують функціонування об'єкта або його частини після приймання робіт.

**Тривалість дозупинкового періоду** – час, необхідний для виконання можливого обсягу робіт, суміщених з процесами експлуатації реконструйованого об'єкта з метою скорочення тривалості зупинки виробництва або перерви в діяльності. З доостановочним періодом також поєднується процес створення резерву продукції, товару, призначеного для заповнення його вибуття під час зупинки на реконструкцію об'єкта та його окремих частин.

**Тривалість будівництва нових постійних або тимчасових будівель і споруд** визначається часом від початку підготовчих робіт до завершення будівельної частини, що забезпечує початок робіт з монтажу технологічного обладнання в цих будівлях.

**Тривалість розбирання існуючих або тимчасових будівель** включає час, що витрачається на повний комплекс робіт, пов'язаних зі знесенням, включаючи благоустрій території, необхідне для завершення реконструкції об'єкта і здачі його в експлуатацію.

**Тривалість монтажу технологічного обладнання** визначається часом від початку монтажних і спеціальних робіт до приймання технологічної лінії або окремих агрегатів.

Показники тривалості пов'язані між собою різними співвідношеннями:

$$\left. \begin{aligned} T_{\text{дз}} &= T_{\text{бн}} + T_{\text{pio}} ; \\ T_{\text{нз}} &= T_{\text{pio}} + T_{\text{бн}} ; \\ T_{\text{р}} &= T_{\text{дз}} + T_{\text{з}} + T_{\text{нз}} \end{aligned} \right\} \quad (1.11)$$

Зв'язок більшості часових параметрів можна відобразити через показник  $N$ , що характеризує кількість етапів або циклів реконструкції. Він визначає можливість членування об'єкта реконструкції на відносно замкнуті частини, які можуть експлуатуватися автономно як до перебудови, так й після неї. До таких частин відносяться самостійні виробництва в складі підприємства, технологічні

лінії в складі виробництв або цехів, окремі будівлі в складі комплексу або частини будівлі у вигляді відокремлених приміщень.

Тривалість реконструкції, проведеної паралельним методом при повній зупинці виробництва, визначається у вигляді

$$T_p = \max\{T_{pi}\} = N \cdot T_{pi} \quad (1.12)$$

Відомо, що в цьому випадку  $N = 1$ . При послідовному методі організації реконструкції, проведеної згідно схем 5, 6, 7, 8 тривалість робіт буде визначатися у вигляді суми

$$T_p = \sum_1^N N \cdot T_{pi}, \quad (1.13)$$

де  $N = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Значно складніше визначити тривалість при потокової організації робіт по окремим ділянкам абл. н реконструкції (схеми 3, 4). Очевидно, що в цих випадках має місце суміщення будівельно-монтажних робіт й на окремих суміжних ділянках, що має враховуватися коефіцієнтом сполучення  $P_c$ .

$$T_p = \sum_1^N N \cdot T_{pi} (1 - P_c), \quad (1.14)$$

При організації реконструкції об'єктів послідовним методом  $P_c = 0$ , при паралельному і поточковому методах  $P_c \leq 1$ .

Встановлені закономірності використовуються при календарному плануванні реконструкції об'єктів і комплексів різного призначення.

### Питання для самоконтролю

1. За якими показниками визначається ступінь складності об'єкта реконструкції?
2. Що являє собою об'єкт реконструкції, який характеризується як особливо складний?
3. В яких випадках проведення реконструкції можливо без зупинки виробництва?
4. Що являє собою зовнішня й внутрішня абл. нплан об'єкта реконструкції?
5. Які особливості роботи будівельних машин існують на об'єктах реконструкції?
6. За якими критеріями здійснюється вибір схем механізації будівельно-монтажних робіт при реконструкції об'єктів?
7. Назвіть варіанти організаційно-технологічних рішень, що приймаються при реконструкції.
8. Які параметри використовуються для оцінки якості календарних планів реконструкції?
9. Які методи виконання робіт використовуються при реконструкції будівель і споруд?

## Тема 2. ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБОТ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ

### 2.1. Етапи проектування, будівництва та приймання

Етапи супроводу об'єкта будівництва протягом його життєвого циклу (проектування, будівництво та експлуатація) ґрунтуються на встановленні, матеріалізації та підтримці параметрів експлуатаційних якостей будівлі (ПЕЯ) (рис. 2.1) [4].

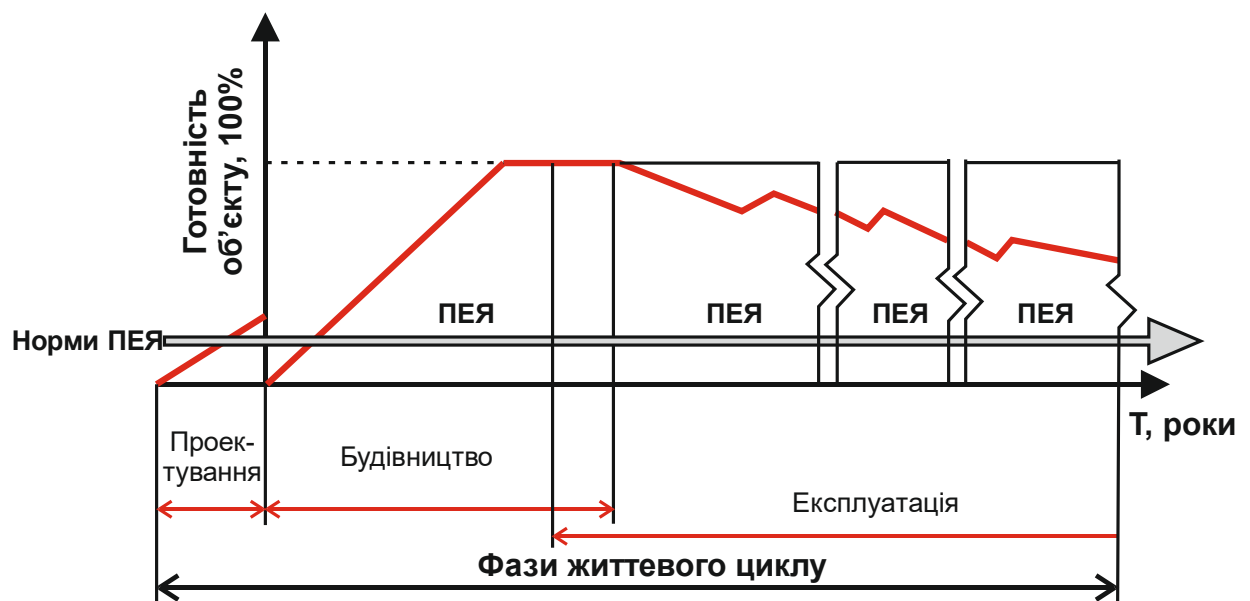


Рис. 2.1. Етапи супроводу об'єкта будівництва протягом його життєвого циклу

Проектувальники відповідно до завдання та будівельних норм встановлюють перелік етапів для кожного об'єкта та забезпечують нормативні чи розрахункові значення ПЕЯ у проекті. Це правильний підбір матеріалів та конструкцій, коректний розрахунок їх розмірів тощо.

Будівельники відповідно до проекту та будівельних норм забезпечують відповідність фактичних значень ПЕЯ проектним. Для цього застосовують

ефективні (опробовані на практиці) методи виконання будівельно-монтажних робіт та контроль їх якості на всіх етапах (вхідний, операційний, приймальний) та ін.

Експлуатаційники на основі проекту фактичних значень параметрів експлуатаційних якостей будівель (ПЕЯ) підтримують їх на заданому технічному рівні. Ефективними заходами є періодичний контроль значень ПЕЯ, технічне обслуговування (ТО) та налагодження, ремонт систем та конструкцій (Р).

На етапі проектування виконуються безпосередньо проектування згідно із завданням замовника, експертиза проекту, приймання проектів у виробництво та безпосередньо контроль за виконанням будівельно-монтажних робіт. Після прийняття та затвердження акта державною міжвідомчою комісією будівля (споруда) вступає в експлуатацію з подальшим технічним обслуговуванням, поточним та капітальним ремонтом.

Основні види будівельно-монтажних робіт в умовах реконструкції (земляні, посилення конструкцій та ін.) пов'язані з примиканням конструкцій, що зводяться, або їх елементів підсилення до існуючих конструкцій. Ці обставини визначають складність виконання основних робіт за умов стисненості. Тому необхідна розробка організаційно-технологічного рішення (ОТР) до початку проектування об'єкта реконструкції, у процесі абл. нплан данч обстеження об'єкта та збору вихідних даних.

До складу вихідних даних для розробки ОТР входять:

- технічний паспорт об'єкта будівництва;
- технічна документація та обмірювальні креслення об'єкта будівництва;
- матеріали обстеження конструкцій;
- подання фронту робіт будівельникам та довідка замовника про всі обмеження згідно з умовами та регламентом експлуатації виробництва та демонтажу конструкцій.

За результатами обстеження розробляється проект виконання робіт (рис. 2.2, 2.3).

Будівельний генеральний план (будгенплан) загальномайданчиковий та об'єктний є найважливішим розділом проектної документації, на якому вказуються об'єкти, що реконструюються, дороги, склади, механізми, побутові приміщення, тимчасові будівлі, огороження майданчика, комунікації та ін. (рис. 2.4).



**Рис. 2.2. Склад проекту виконання робіт**



**Рис. 2.3. Склад технологічних карт**



Рис. 2.4. Склад схем організації будівельного майданчика

При проектуванні будгенплану виконуються такі розрахунки:

- потреби у трудових та матеріально-енергетичних ресурсах, що визначається на основі даних календарного плану;
- обсягів та видів робіт з будівництва тимчасових будівель та споруд, що визначаються виходячи з потреби останніх.

Також при проектуванні будгенплану необхідно передбачити можливість безперешкодного в'їзду та виїзду будь-якого транспорту (фермовози, автобетонозміщувачи тощо). При реконструкції будівель в умовах обмеженого

простору можна вдовольнитися одним під'їздом до будівлі, але в цьому випадку необхідно передбачити розворотні майданчики з радіусом 12 м. Майданчики складування рекомендується розміщувати між монтажним краном та дорогою, закриті склади – поза зоною дії крана.

Перелік тимчасових будівель та споруд може змінюватись в залежності від реальних умов будівництва.

## **2.2. Методика складання проекту виконання робіт при реконструкції**

### ***2.2.1. Склад та характеристика проекту виконання робіт при реконструкції***

Проект виконання робіт (ПВР) є основним документом, що регламентує виконання робіт на будівельному майданчику, в якому детально опрацьовуються питання раціональної технології та організації реконструкції конкретного об'єкта будівництва.

Будь-яка організована реконструкція неможлива без будівельної документації, що включає розробку проекту організації будівництва (ПОБ) і ПВР, що забезпечує правильну організацію та безпеку при проведенні будівельних робіт і сприяє підвищенню якості будівельних робіт.

ПВР – це документ із переліком технологічних правил, вимог до охорони праці та екологічної безпеки, згідно з яким організуються роботи, визначаються оптимальні терміни будівництва, необхідні ресурси, а також опрацьовуються можливі ризики.

У системі організаційно-технологічної підготовки будівельних робіт проект виконання робіт є основним документом. Проекти виконання робіт розробляються генеральними підрядними будівельно-монтажними організаціями.

Однією з найскладніших і найнебезпечніших складових реконструкції є робота вантажопідйомних механізмів – кранів, будівельних підйомників. Ця

обставина є основною причиною того, що реконструкція кожного об'єкта потребує індивідуальної розробки проекту виконання робіт кранами (ПВРк).

До складу проекту виконання робіт при реконструкції входять (рис. 2.5):

- календарний план виконання робіт;
- будівельний генеральний план;
- графіки надходження на об'єкт будівельних конструкцій, матеріалів та обладнання;
- графіки руху робітничих кадрів; технологічні карти;
- рішення щодо виробництва геодезичних робіт; рішення з техніки безпеки;
- переліки технологічного інвентарю та монтажного оснащення.

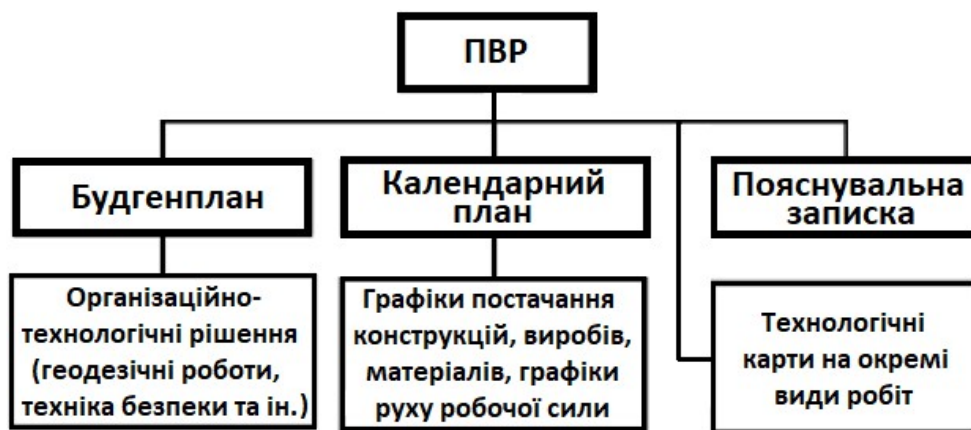


Рис. 2.5. Структура проекту виконання робіт

Пояснювальна записка ПВР має містити:

- обґрунтування рішень щодо виконання робіт;
- потреба у енергетичних ресурсах;
- перелік інвентарних будівель та споруд;
- заходи щодо забезпечення збереження матеріалів, конструкцій та обладнання;
- природоохоронні заходи.

Календарний план виконання робіт є ключовим документом ПВР і представляє собою модель реконструкції, у якій встановлюють раціональну послідовність, черговість і терміни виконання робіт на об'єкті.

Будженплан (будівельний генеральний план) – другий за значимістю документ ПВР, який встановлює:

- межі будівельного майданчику;
- розташування постійних, об'єктів що будуються та тимчасових будівель;
- діючих, прокладених і тимчасових підземних, надземних і повітряних мереж та інженерних комунікацій; постійних та тимчасових доріг;
- місця встановлення будівельних та вантажопідйомних машин;
- джерела та засоби енергопостачання та водопостачання;
- місця складування матеріалів та конструкцій.

У ПВР повинні міститися технологічні карти на виконання найбільших, складних або нових видів робіт.

Технологічна карта (ТК) – це документ, у якому викладаються найбільш раціональні способи і послідовність виконання виду робіт, організація праці, необхідні ресурси, калькуляція трудових витрат.

ТК може бути трьох видів:

- 1) типовими без прив'язки до конкретних об'єктів;
- 2) типовими з прив'язкою до типових об'єктів;
- 3) індивідуальними із прив'язкою до конкретного проекту.

ПВР на об'єкти особливо складні та середньої складності розробляються на підготовчий та основний періоди реконструкції. ПВР на підготовчий період реконструкції містить:

- календарний план виконання робіт у вигляді лінійного або сітьового графіку;
- графік надходження на будівництво необхідних на цей період будівельних конструкцій, матеріалів та обладнання;

- будівельний генеральний план всього майданчика будівництва з виділенням робіт, що виконуються у підготовчий період;
- схему розміщення знаків до виконання геодезичних побудов.

ПВР на основний період реконструкції об'єктів особливої та середньої складності містить:

- комплексний сітьовий графік або календарний план виконання робіт по об'єкту;
- будгенплан;
- технологічну документацію щодо комплектації матеріально-технічними ресурсами;
- графік потреби у робочих кадрах;
- графік потреби в основних будівельних машинах;
- технологічні карти; геодезичну частину;
- рішення щодо охорони праці;
- документацію щодо контролю будівельно-монтажних робіт;
- пояснювальну записку.

### ***2.2.2. Календарний план виконання робіт***

Календарний план виконання робіт представляє собою модель будівельного виробництва, в якій встановлюють раціональну послідовність, черговість та терміни виконання робіт на об'єкті.

Календарний план – один із основних документів проекту виконання робіт. При реконструкції знаходять застосування такі форми календарного планування: лінійні календарні та сітьові графіки.

Призначення календарного плану полягає у розробці та здійсненні найбільш раціональної моделі організації та технології робіт у часі та просторі на об'єкті, що виконуються різними виконавцями при безперервному та ефективному використанні виділених трудових, матеріальних та технічних ресурсів з метою введення об'єкта в дію у нормативні терміни.

Зведений календарний план у ПОБ визначає черговість зведення об'єктів, тобто терміни початку та закінчення будівництва кожного об'єкта, тривалість підготовчого періоду та всього будівництва в цілому.

Об'єктний календарний графік у ПВР визначає черговість та терміни виконання кожного виду робіт на конкретному об'єкті з початку його зведення до здачі в експлуатацію.

Робочі календарні графіки зазвичай складаються виробничо-технічним відділом будівельної організації. Найбільше застосування мають тижнево-добові графіки.

Робочі графіки – найпоширеніший вид календарного планування.

- Порядок розробки календарного плану наступний:
- складається перелік (номенклатура) робіт;
- за кожним видом робіт визначаються їх обсяги;
- проводиться вибір методів виконання основних робіт і провідних машин;
- розраховується нормативна машино- та трудомісткість;
- визначається склад бригад та ланок;
- визначається технологічна послідовність виконання;
- встановлюється змінність робіт;
- визначаються тривалість робіт та їх поєднання;
- розрахункова тривалість зіставляється з нормативною та вносяться корективи;
- проводиться підрахунок потреби у ресурсах;
- здійснюються розрахунок та оцінка техніко-економічних показників проекту.

Вихідними для розробки календарних планів у складі проекту виконання робіт служать: календарні плани у складі проекту організації будівництва; нормативи тривалості будівництва; робочі креслення та кошториси; дані про організації – учасників будівництва.

Календарний план на об'єкті складається з двох частин: лівої – розрахункової та правої – графічної. Графічна частина може бути лінійною (графік Ганта, циклограма) чи сітьовий.

Календарний графік (лінійний) проектується за формою згідно ДБН А.3.1-5:2016 (див. рис. 2.6). У лівій частині наводяться: обсяги робіт та їх трудомісткість, тривалість кожного виду робіт; кількість змін роботи, кількість робітників за зміну, склад бригад.

| Найменування робіт | Обсяг робіт         |           | Затрати праці, люд./дн. | Тривалість робіт, дн. | Кількість змін | Склад бригади | Чисельність працюючих у зміні | Роки, квартали, місяці |
|--------------------|---------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
|                    | Одиниця вимірювання | Кількість |                         |                       |                |               |                               |                        |
| 1                  | 2                   | 3         | 4                       | 5                     | 6              | 7             | 8                             | 9-20                   |
|                    |                     |           |                         |                       |                |               |                               |                        |

Рис. 2.6. Календарний графік виконання робіт на об'єкті (Форма Л1)

Права частина календарного плану є графік виконання робіт по днях, тижнях або місяцях.

Графа 2 (найменування робіт) заповнюється в технологічній послідовності виконання робіт із групуванням їх за видами та періодами.

Повинні бути визначені методи виконання робіт та обрані машини та механізми. Тривалість механізованих робіт повинна визначатися лише за продуктивністю машини. Тому спочатку встановлюється тривалість механізованих робіт, та був розраховується тривалість робіт, виконуваних вручну.

Тривалість виконання механізованих робіт  $T_{мех}$  визначається за формулою

$$T_{мех} = \frac{N_{маш-зм}}{n_{маш} \cdot t}, \text{ дн.}, \quad (2.1)$$

де  $N_{маш-зм}$  – необхідна кількість машино-змін (графа 8);

$n_{маш}$  – кількість машин;

$t$  – кількість змін на добу (графа 10).

Графік виконання робіт – права частина календарного плану – наочно відображає хід робіт у часі, послідовність та ув'язування робіт між собою.

Сітьовий графік – це графічне зображення комплексу робіт, що відображає технологічну послідовність робіт у взаємозв'язку. Сітьовий графік є моделлю технологічного процесу реконструкції будівлі, споруди чи комплексу будівель. Сітьові графіки мають значну перевагу перед лінійними. У сітьовому графіку чітко виявляються взаємозв'язки між окремими роботами, чітко визначається, яка робота обов'язково має бути виконана до початку наступної та скільки на це потрібно часу. По сітьовому графіку завжди видно, від яких робіт залежить тривалість будівництва, і можна визначити, яким чином відхилення від графіку позначаються на виконанні наступних робіт.

### ***2.2.3. Будівельні генеральні плани***

Будівельний генеральний план ( абл. нплан) – план ділянки будівництва, на якому представлено розташування об'єктів, що будуються, розстановки монтажних вантажопідйомних механізмів, інших об'єктів будівельного господарства; склади будівельних матеріалів та конструкцій, бетонні та розчинні вузли, тимчасові дороги, тимчасові приміщення, мережі тимчасового водопостачання, енергопостачання. Залежно від площі, що охоплюється, і ступеня деталізації будівельний генеральний план може бути об'єктним (в ПВР) або абл. нплан данчиковим (в ПОБ).

Загальномайданний абл. нплан охоплює лише будівельний майданчик, але включає всі його об'єкти. Він складається з графічної частини та пояснювальної записки, де обґрунтовуються рішення графічної частини.

Складання об'єктного будгенплану зазвичай починають із вибору вантажопідйомних (монтажних) машин і механізмів, раціонального їх розміщення. На підставі цього встановлюються місця складування збірних конструкцій та будматеріалів, розміщуються внутрішньооб'єктні дороги.

Для ПВР встановлено лише рекомендовані показники: обсяги та тривалість БМР, їх собівартість порівняно з кошторисною, рівень механізації та витрати праці на 1 м<sup>3</sup> обсягу та 1 м<sup>2</sup> площі будівлі.

Технологічна карта складається з наступних розділів: сфера застосування; загальні положення; організація та технологія виконання робіт; вимоги щодо якості робіт; потреба у матеріально-технічних ресурсах; техніка безпеки та охорона праці; техніко-економічні показники

### **2.3. Методика складання технологічних карт на будівельно-монтажні роботи у складі проектів виконання робіт**

#### ***2.3.1. Загальні положення***

Технологічні карти використовуються у складі: проекту виконання робіт – на зведення будівлі, споруди або її частини; на виконання окремих видів робіт – геодезичних, земляних, паливних, кам'яних, монтажних, бетонних, покрівельних, оздоблювальних, облаштування підлог; роботи підготовчого періоду будівництва.

У розділі наводиться найменування технологічного процесу, типу будівлі чи споруди, конструктивного елемента чи частини будівлі, котрим розробляється дана технологічна карта.

Вказується, що технологічна картка призначена для реконструкції, капітального чи поточного ремонту.

Наводяться обсяги робіт, у яких слід застосовувати цю карту.

#### ***2.3.2. Організація та технологія виконання робіт***

Розділ поділяється, як правило, на підрозділи: підготовчі, основні та заключні роботи.

У підрозділі «Підготовчі роботи» повідомляється, які проектні, технологічні та дозвільні документи необхідні для виконання робіт, як має бути

зроблена комплектація будівельних матеріалів та виробів, як обрано будівельні машини, технологічне обладнання та оснащення, як організуються будівельний майданчик та робочі місця.

У підрозділі «Основні роботи» вказується, як технології будівельних робіт поділяються на технологічні процеси, а процеси – на операції, виконується їх опис. Основні дані про технологічний процес наводяться у таблиці. 2.1.

У підрозділі «Прикінцеві роботи» наводяться роботи, які виконуються після основних робіт: демонтаж технологічного обладнання, прибирання відновлення та облаштування території.

Таблиця 2.1

### Технологічний процес

| Найменування та послідовність технологічних операцій | Обсяг робіт, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup> , кг та ін. | Назва машин, обладнання. Інструменту, витрати часу, маш-год | Найменування будівельних матеріалів та деталей, потреба, м, м <sup>3</sup> , кг та ін. | Найменування робітників. Витрати праці, люд-год |
|--|--|---|--|---|
| 1  | 2  | 3   | 4  | 5   |
|  |  |   |  |   |

### 2.3.3. Вимоги до якості робіт

У розділі наводяться контрольовані параметри технологічного процесу операцій (операції контролю).

Контроль якості, що передбачається у технологічній карті, полягає:

- із вхідного контролю проектної та технологічної документації;
- вхідного контролю будівельних матеріалів, виробів і конструкцій;
- операційний контроль технологічного процесу;
- приймального контролю якості робіт, змонтованих конструкцій та обладнання, збудованих будівель та споруд;
- оформлення результатів контролю якості та приймання робіт.

Основні дані та параметри, необхідні для контролю, наводяться в таблицях. Наприклад, дані для операційного контролю технологічного процесу наводяться у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

### Операційний контроль технологічного процесу

| Найменування технологічних процесів та їх операцій | Контрольований параметр (за яким нормативним документом) | Допустимі значення параметра, вимоги якості | Спосіб (метод) контролю, засоби (прилади) контролю |
|--|--|---|--|
| 1  | 2  | 3   | 4  |
|  |  |   |  |

#### 2.3.4. Потреба у матеріально-технічних ресурсах

До цього розділу карти включаються: перелік машин та технологічного обладнання; перелік технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристроїв; перелік матеріалів та виробів.

Машини та технологічне обладнання вибираються шляхом порівняння варіантів механізації будівельних (технологічних) процесів.

У переліку, який заноситься в табл. 2.3, вказують основні технічні характеристики, типи, марки, призначення та кількість машин та обладнання для виконання технологічного процесу на ланку або бригаду.

Таблиця 2.3

### Машини та технологічне обладнання

| Найменування технологічного процесу та його операцій | Найменування машини, технологічного обладнання, тип, марка | Основна технічна характеристика, параметр | Кількість |
|--|--|---|-----------|
| 1  | 2  | 3   | 4         |
|  |  |   |           |

У переліку табл. 2.4 вказують основні технічні характеристики, типи, марки, призначення та кількість технологічного оснащення, інструменту, інвентарю.

Потреба в матеріалах та výroбах для виконання технологічного процесу та його операцій у передбачених обсягах визначається згідно з робочою документацією з урахуванням чинних норм витрати матеріалів у будівництві.

Таблиця 2.4

### Машини та технологічне обладнання

| Найменування технологічного процесу та його операцій | Найменування технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристроїв, тип, марка | Основна технічна характеристика, параметр | Кількість |
|--|--|---|-----------|
| 1  | 2  | 3   | 4         |
|  |  |   |           |

Результати розрахунку потреби у матеріалах та výroбах наводяться у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

### Матеріали та výroби

| Найменування технологічного процесу та його операцій, обсяг робіт | Найменування матеріалів та виробів, марка, ДСТУ, ТУ | Одиниця вимірювання | Норма витрати на одиницю виміру | Потреба на обсяг робіт |
|---|---|---------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1   | 2   | 3                   | 4                               | 5                      |
|   |   |                     |                                 |                        |

#### ***2.3.5. Техніка безпеки та охорона праці***

Розділ повинен містити правила, рішення та заходи, що сприяють дотриманню вимог технічних регламентів у будівництві, що передбачають безпеку.

Розділ загалом базується на вимогах нормативних документів з безпеки праці та має містити: перелік небезпечних виробничих факторів; рішення з охорони праці та техніки безпеки, прийоми безпечної роботи; схеми виконання робіт із зазначенням небезпечних зон; правила безпечної експлуатації машин; заходи щодо попередження ураження електрострумом; заходи щодо обмеження небезпечних зон поблизу місць переміщення вантажів кранами.

Розділ з охорони навколишнього середовища повинен базуватися на вимогах нормативних документів та містити: заходи щодо екологічно безпечної експлуатації машин та механізмів; екологічні вимоги до виконання робіт; заходи щодо збирання, видалення або переробки будівельних відходів.

Розділ із пожежної безпеки базується на вимогах нормативних документів та містить: рішення щодо кількості в'їздів на будівельний майданчик; заходи щодо евакуації робітників з лісів та висотних споруд; рішення щодо складування горючих матеріалів; схеми евакуації працюючих у разі виникнення пожежі

### ***2.3.6. Техніко-економічні показники***

У розділі наводяться: - тривалість виконання робіт; витрати праці та машинного часу; калькуляція витрат праці та машинного часу; графік виробництва робіт; кошторисні розрахунки витрат.

### ***2.3.7. Порядок розробки та затвердження технологічної карти***

Технологічна карта розробляється власними силами будівельної організації або, на її замовлення, однією з проектно-технологічних організацій.

Технологічна карта затверджується головним інженером (керівником) будівельної організації.

### **Питання для самоконтролю**

1. Охарактеризуйте поняття супроводу об'єкта будівництва протягом його життєвого циклу
2. Перелічте склад необхідних вихідних даних для розробки ОТР
3. Дайте визначення проекту виконання робіт при реконструкції
4. Наведіть склад та структура проектів виконання робіт при реконструкції
5. Яке призначення календарного плану, як елементу ПВР
6. Який існує порядок розробки календарного плану
7. Який існує порядок складання об'єктного бюджетного плану

8. Опишіть структуру та зміст розділу ТК «Організація та технологія виконання робіт»
9. Наведіть зміст розділу ТК «Потреба у матеріально-технічних ресурсах»

## **Тема 3. ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕСЕННЯ (ДЕМОНТАЖУ) ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА**

### **3.1. Загальні положення організації робіт зі знесення будівель та споруд**

Науково-технічні дослідження, проведені в останні десятиліття, показали, що знесення будівель, як правило, переслідує крім рішення містобудівних економічних завдань, коли на площі, що звільнилася, зводяться сучасні будівлі з вищими показниками за будівельним об'ємом і якістю архітектурно-планувальних рішень. Тому значення робіт зі знесення (демонтажу) будівель та споруд (надалі - "об'єктів будівництва") буде значно зростати [1, 5, 11, 12].

#### ***Основні поняття***

***Знесення*** - повне чи часткове розбирання об'єкта чи його елементів шляхом демонтажу чи руйнації.

***Часткове знесення*** - розбирання окремих елементів або деталей об'єкта зі збереженням функціональної здатності елементів, що залишаються. Зазвичай такий знесення здійснюється з попереднім влаштуванням розділової щілини між частиною, що зноситься і зберігається частинами об'єкта або його елемента.

***Загальне знесення*** - повне розбирання об'єкта шляхом демонтажу чи руйнування.

***Демонтаж*** - розбирання елементів, попередньо звільнених від з'єднань з частинами об'єкта, що зберігаються, зі збереженням їх форми і можливості функціонального використання в майбутньому.

Знесення шляхом руйнування - розбирання об'єкта шляхом його перекидання чи обвалення на попередньо відведену площу.

Роботи зі знесення проводяться переважно з метою реконструкції об'єктів при їх перебудові та новому будівництві, а також для отримання вільних площ (рис.3.1).

Між будівельними матеріалами, з яких побудований об'єкт, що зноситься, способом зносу і подальшим використанням матеріалів від розбирання існує певний взаємозв'язок.

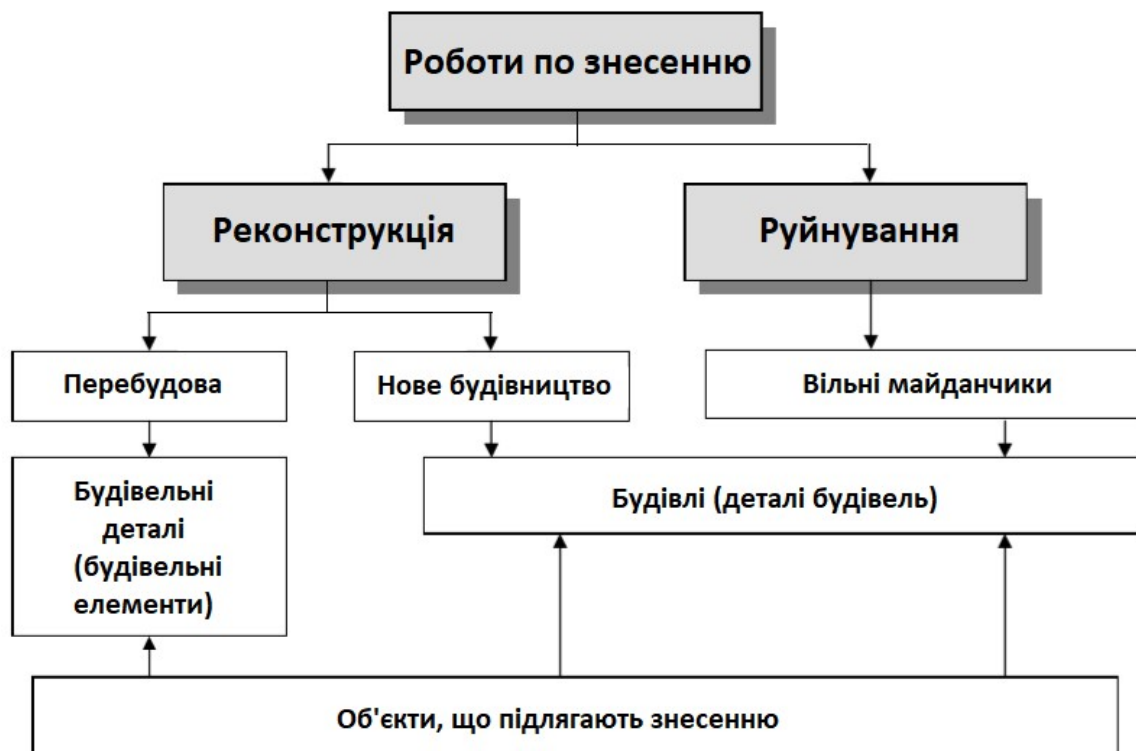


Рис. 3.1. Основні взаємозв'язки та цілі виконання робіт зі знесення

До початку знесення (розбирання) проводять обстеження технічного стану об'єкту будівництва та його конструктивних елементів з метою встановлення їх фактичного стану, розмірів, маси, способів з'єднання конструкцій між собою, всіх інших факторів, які здатні вплинути на вибір способів виконання робіт. Якщо фізичне зношування всіх внутрішніх конструкцій становить більше 60%, то стіни будівлі разом з конструкціями, що примикають, руйнують.

Роботи з розбирання та руйнування конструкцій повинні виконуватися у суворій відповідності до розроблених ПВР та технологічних карт з обов'язковим обґрунтуванням у кожному конкретному випадку техніко-економічного розрахунку. На рисунку 3.2 представлено схему організації процесів руйнування конструкцій та знесення об'єкту в цілому з урахуванням повторного використання конструкцій та матеріалів.



**Рис. 3.2. Схема організації процесів руйнування конструкцій:**

I етап – підготовка; II етап – руйнування;

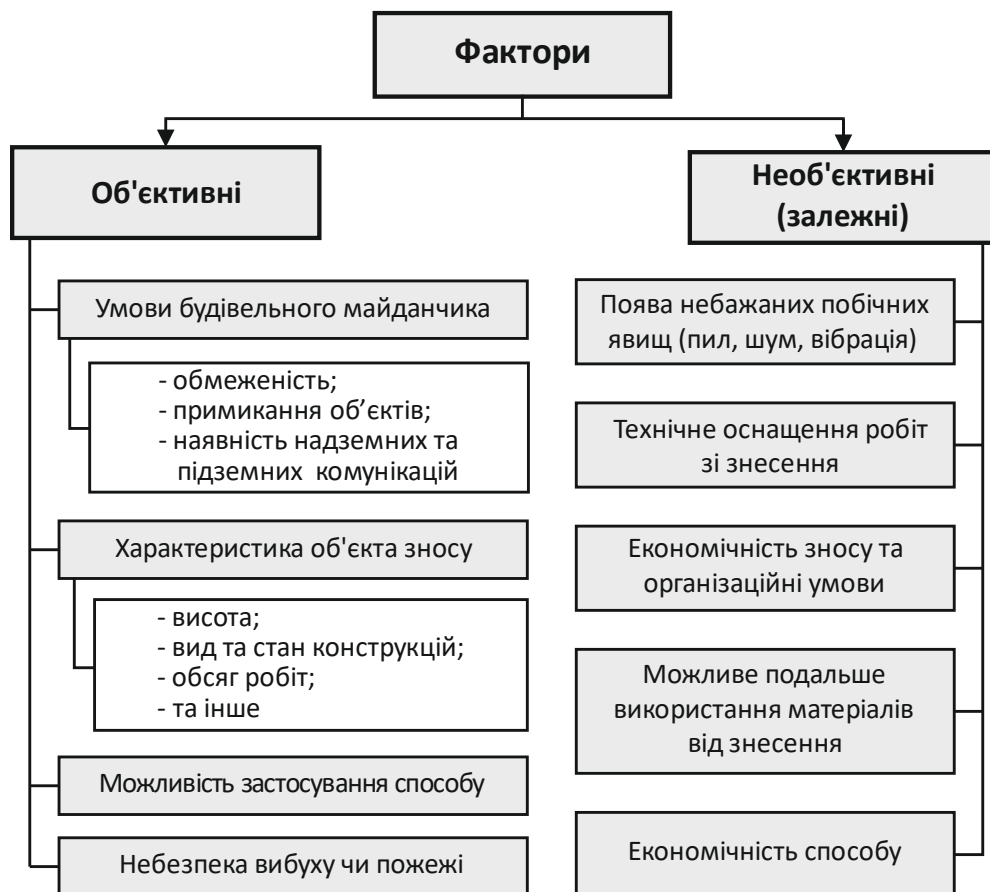
III етап – видалення уламків; IV етап – використання

Комплексний процес знесення (демонтажу) будівельних конструкцій поділяється на наступні процеси:

- посилення окремих конструктивних елементів, що загрожують самообвалення або обвалення при демонтажі суміжних елементів;
- встановлення машин та механізмів для демонтажних робіт;

- організація робочих місць та підключення у зоні роботи механізованого інструменту;
- визначення меж небезпечних зон та встановлення відповідних огорож та знаків;
- відключення будівлі від зовнішніх мереж енергопостачання, каналізації, водопроводу;
- звільнення елементів, конструкцій або частин будівлі, що демонтуються, від зв'язків;
- пакування, контейнеризація матеріалів від розбирання;
- переміщення конструкцій, що демонтуються, пакетів, контейнерів на приоб'єктний склад матеріалів від розбирання або на транспортні засоби;
- переробка матеріалів для вторинного використання.

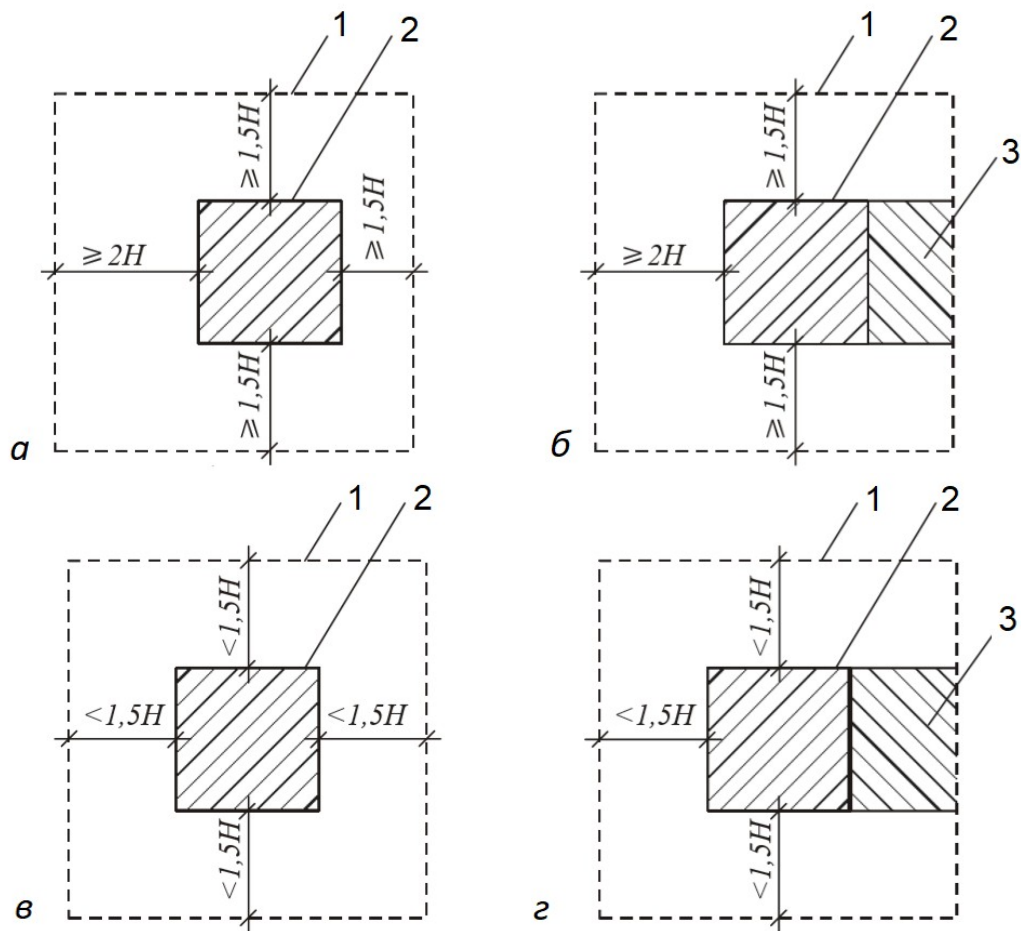
При виборі способу знесення об'єкта необхідно враховувати також численні фактори, що впливають на можливість застосування та економічність (рис.3.3).



**Рис. 3.3. Чинники, що впливають на можливість та економічність знесення об'єкта будівництва**

Демонтаж та розбирання будівель та споруд може здійснюватися поелементно або укрупненими блоками.

Поелементне розбирання виконується вручну або із застосуванням засобів малої механізації та здійснюється з метою максимального виходу матеріалів для їх повторного використання. Вручну проводять розбирання оздоблювальних, декоративних, дерев'яних та дрібних металевих конструкцій. Розбирання цегляних та бутобетонних конструкцій вручну виконують тільки при невеликих обсягах робіт і в тих випадках, коли решта способів з яких-небудь причин не може бути використана.



**Рис. 3.4. Варіанти розташування об'єктів, що зносяться, і майданчиків зносу:**

- а – вільно розташований об'єкт зносу та вільний майданчик; б – обмежений об'єкт зносу та вільний майданчик; в – вільно розташований об'єкт зносу та обмежений майданчик; г – обмежений об'єкт зносу та обмежений майданчик; 1 – територія будівельного майданчика; 2 – об'єкт зносу; 3 - сусідня будівля, що зберігається; Н – висота об'єкта зносу

Розбирання укрупненими блоками має низку переваг у порівнянні з поелементною; скорочуються терміни робіт; у 1,5–3 рази зменшується їхня трудомісткість; підвищується безпека виконання робіт.

Крім того, необхідно враховувати різні варіанти розташування об'єктів, що зносяться і майданчиків зносу. (рис.4) [5, 12].

Взаємозв'язки та фактори, викладені вище, не можна розглядати як єдині. Однак вони зумовлюють необхідність оцінки умов та вимог, пов'язаних зі знесенням об'єктів, у їх сукупності та взаємозалежності.

### 3.2. Технології виконання робіт зі знесення об'єктів

Роботи зі знесення об'єктів та окремих конструкцій виконують різними способами за допомогою різних машин та механізмів залежно від конструктивних рішень, матеріалів, габаритів та з урахуванням можливого впливу на прилеглі об'єкти, виробництва та довкілля (рис.5).



Рис. 3.5. Способи знесення об'єктів та обладнання, що застосовується

Знесення об'єктів, і навіть окремих конструкцій є комплексним процесом, що складається з двох періодів виконання робіт.

**Перший період - підготовчий**, у якого мають бути вирішені такі завдання:

- отримання виробничо-технічної документації (затверджений проект виконання робіт (ПВР), кошторис, ситуаційний план підземних комунікацій, наряд-замовлення на проведення робіт);

- вивчення інженерно-технічними працівниками та ознайомлення їх з усіма проектними рішеннями та методами безпечного ведення робіт;

- відселення мешканців чи робочого персоналу за 2 тижні до початку виконання робіт;

- повторний огляд будинку комісією у складі замовника, проектувальника та генпідрядника з метою уточнення ступеня зношування конструкцій, визначення способів кріплення конструкцій на період виконання робіт; виявлення додаткових чи пропущених видів робіт включення їх у кошторис;

- влаштування тимчасових доріг, парканів та тротуарів;

- доставка на будмайданчик інвентарю, пристроїв, механізмів;

- прокладання тимчасових інженерних комунікацій та підключення їх до постійних джерел;

- демонтаж енерго-, газо-, сантехобладнання та їх розведення;

- при необхідності виконання ряду робіт згідно з ПВР з підсилення та забезпечення стійкості стін та інших несучих та огорожувальних конструкцій (закладення отворів стін, підведення балок тощо);

- складання акта генпідрядником та замовником про закінчення підготовчого періоду та отримання дозволу на виконання робіт;

- одержання наряд-допуску на проведення робіт.

**В основний період** виконуються роботи зі знесення будівель та споруд, а також окремих конструкцій відповідно до затвердженого ПВР із захваток з дотриманням технологічної послідовності.

Залежно від фізичного зносу конструкцій будівель та споруд застосовуються такі види зносу:

- обвалення стін без попереднього розбирання та вивезення внутрішніх інженерних систем та обладнання, а також конструкцій (віконних та дверних блоків, перегородок тощо);

- обвалення стін з частковим розбиранням внутрішніх інженерних систем та обладнання; конструкцій (інженерне обладнання, дверні та віконні блоки тощо);

- обвалення стін після повного демонтажу та вивезення інженерних систем, обладнання та конструкцій.

Демонтаж та вивезення всіх внутрішніх інженерних систем та обладнання може виконувати замовник до передачі об'єкта генпідряднику або генпідрядник за нарядом-замовленням у підготовчий період.

### ***3.2.1. Знесення будівель вручну***

Цей спосіб виконання робіт, враховуючи його низьку продуктивність, застосовується в основному в таких випадках:

- у стиснених умовах, коли неможливо використовувати машини та механізми через умови будмайданчика;

- для зниження висоти конструкцій, наприклад, стін з подальшим їх обваленням;

- для зносу конструкцій за малих обсягів робіт.

Роботи виконують за допомогою ручного інструменту. З елементів будівлі послідовно витягуються окремі складові частини: цегла, каміння або бетонні елементи. При цьому необхідно забезпечити стійкість і несучу здатність елементів, що залишилися. Знесення, як правило, здійснюється зверху донизу.

При виконанні робіт необхідно приділяти особливу увагу вимогам техніки безпеки та виробничої санітарії.

Для зносу застосовують наступний інструмент та пристосування: бетоноломи, відбійні молотки, кувалди, клини, зубила, ломи тощо.

Недоліки способу: низька продуктивність (табл.3.1), важка ручна праця, залежність від погодних умов, підвищені вимоги безпеки.

Таблиця 3.1

**Техніко-економічні показники при знесенні будівель та їх елементів вручну**

| Найменування об'єкта зносу   | Продуктивність праці на 1 робітника, м <sup>3</sup> /год |   |
|--|--|---|
|  | за допомогою ручного інструменту                         | за допомогою бетоноломів (відбійних молотків) |
| 1. Цегляна або кам'яна кладка товщиною більше 200 мм                                 | 0,7...1,2  | 1,4...1,7                                     |
| 2. Залізобетонні перекриття товщиною 100...300 мм                                    | 0,15...0,45  | 0,65...0,85                                   |
| 3. Бетонні неармовані стіни (В 15):<br>товщиною до 300 мм;<br>товщиною більше 300 мм | 0,35...0,4   | 0,5...0,7                                     |
|  | 0,15...0,25  | 0,3...0,35                                    |
| 4. Інші бетонні конструкції:<br>армовані (В20);<br>неармовані (В15)                  | 0,12...0,25  | 0,15...0,3                                    |
|  | 0,2...0,3  | 0,85...0,9                                    |

### **3.2.2. Механізоване знесення стін за допомогою трактора**

Застосовується для знесення будь-яких цегляних стін, які не мають конструктивного зв'язку з іншими стінами, за умови наявності вільної території не менше трьох висот стіни конструкції, що зноситься.

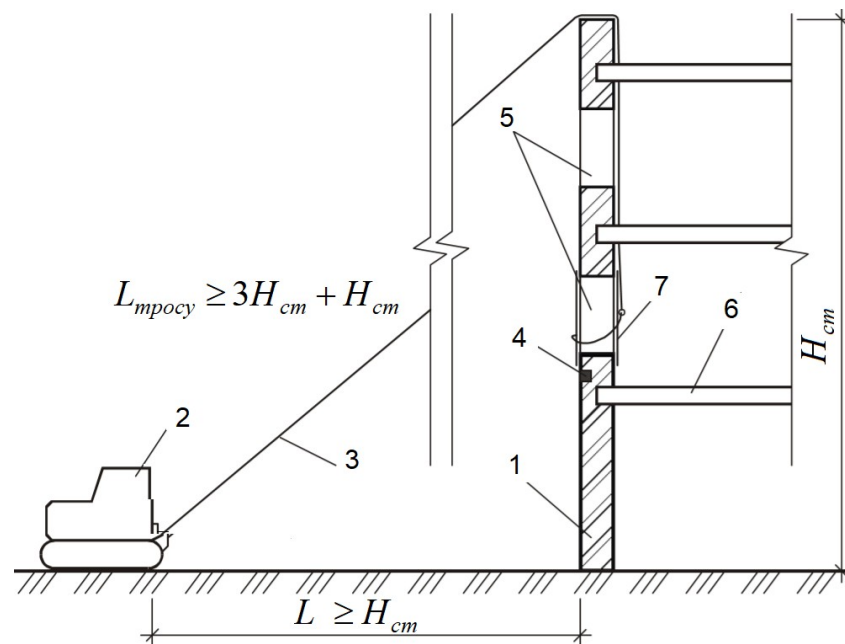
За наявності прорізів валка стін здійснюється в такий спосіб (рис.3.6). На захватці заводять троси за нижні простінки стін із їх перекиданням через верх стіни.

Довжина троса повинна бути не менше висоти стіни, що завалюється,

$$L_{\text{тросу}} \geq 3H_{\text{ст}} + H_{\text{ст}} \quad (2.1)$$

де  $H_{\text{ст}}$ - додаткова довжина троса необхідна для обв'язування простінка.

Кількість тросів визначається кількістю простінків, розташованих на захватці. Причому троси необхідно заводити по центру кожної ділянки стіни, що завалюється. Потім проводять розгойдування стіни по вертикалі і при необхідності підрубують стіни на рівні I поверху у вигляді горизонтальної штраби перетином 250x250 мм.



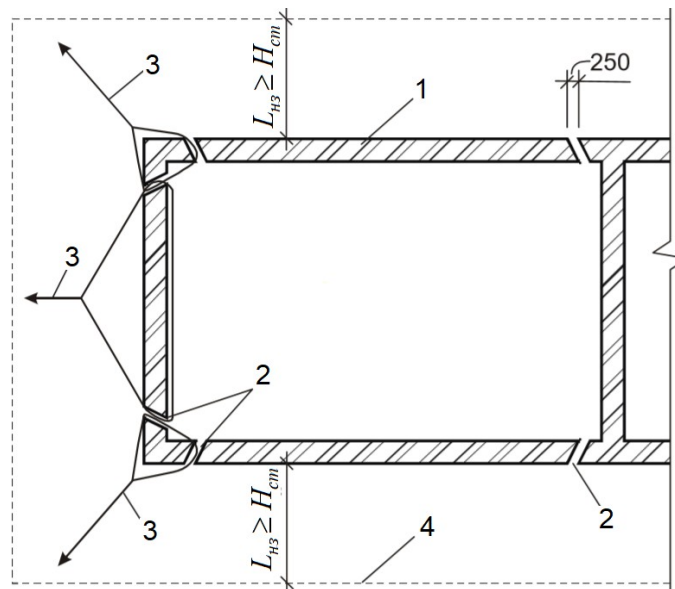
**Рис. 3.6. Знесення стін з прорізами методом перекидання:**

1 – стіна; 2 – трактор; 3 – трос; 4 – штраба; 5 - отвори; 6 – перекриття; 7 – накладки

При валці стін без отворів ("глухих") (рис.3.7) попередньо розчленовують стіни на окремі ділянки шляхом пробивки вертикальних штраф шириною не менше 250 мм на всю товщину і висоту стіни. Вертикальні штраби пробивають відповідно до проекту послідовно по ходу валки.

Штраби пробивають з внутрішньої сторони будівлі з риштування, що встановлюються на спеціально залишених балках перекриття. При необхідності для забезпечення стійкості стін встановлюють додаткові підпорки.

Далі валка стін здійснюється аналогічно як для стін з прорізами, тільки трос пропускається через спеціально пробитий в нижній частині стіни отвір. Його закріплюють на зовнішній поверхні стіни за допомогою надійних дерев'яних чи металевих накладок.



**Рис. 3.7. Знесення "глухих" стін:**

1 – стіни; 2 – штраба вертикальна; 3 – трос тягового пристрою; 4 – межа небезпечної зони

За наявності отворів може застосовуватися спосіб руйнування ("виривання") простінків. Обвалення здійснюється з допомогою тягового зусилля трактора за допомогою сталевого троса діаметром щонайменше 32 мм, причому його діаметр вказується в ПВР.

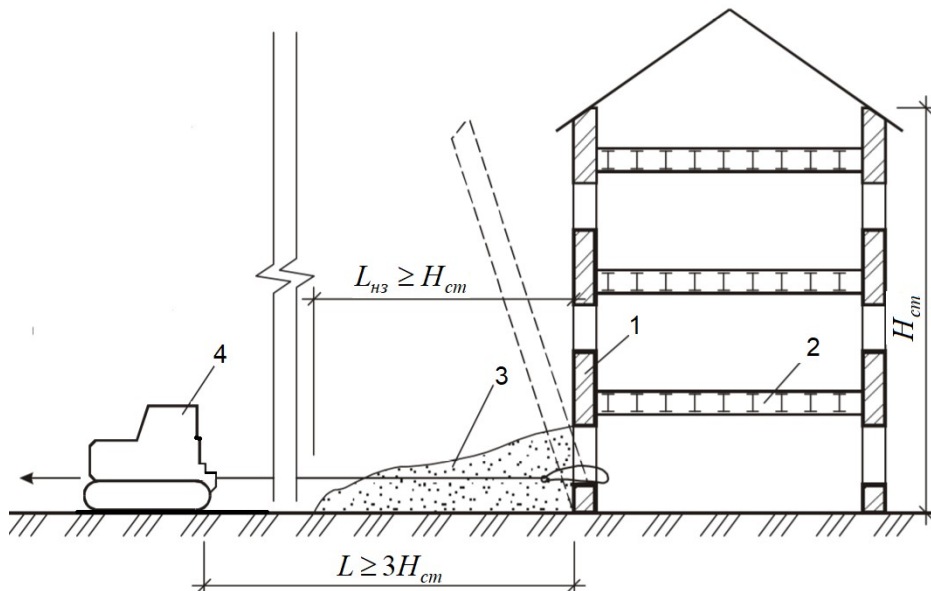
У цьому випадку можливі два варіанти:

- обвалення стін при спиранні балок перекриття на внутрішні стіни;
- обвалення стін при спиранні балок перекриття на зовнішні стіни.

У першому варіанті осідання стіни відбувається з одночасним відхиленням від вертикалі (рис.3.8). Тому цей спосіб можливий лише за наявності вільної території, що забезпечує безпечну відстань від стіни не менше трьох її висот.

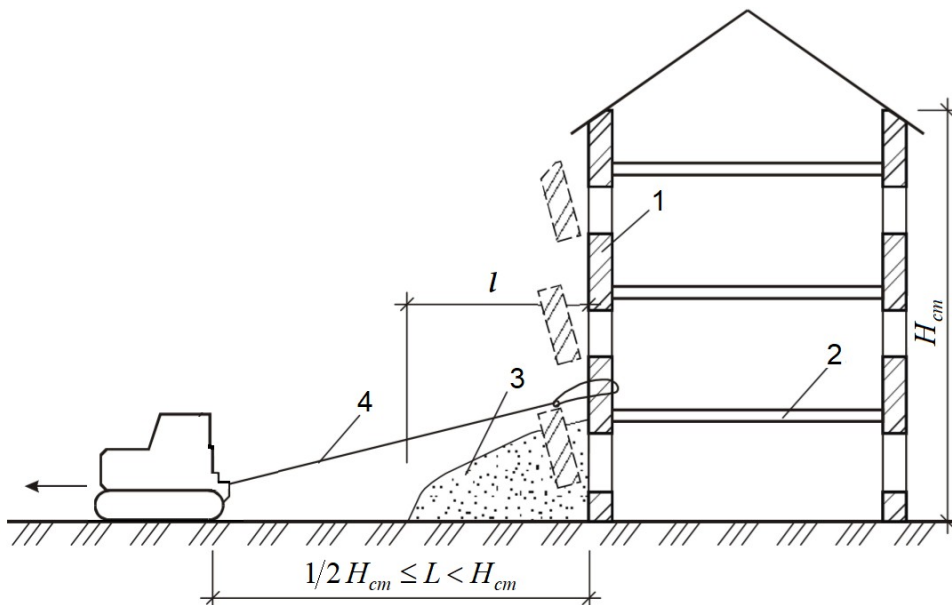
При необхідності напрям троса можна змінити за допомогою системи блоків, місце та спосіб кріплення яких зазначається у ПВР.

У другому варіанті осадку стіни відбувається при незначному розльоті уламків за рахунок опору несучих балок перекриттів, загорнутих в стіни, що обрушуються (рис.3.9). У цьому випадку також одночасно зі стіною відбувається часткове обвалення даху та перегородок.



**Рис. 3.8. Знесення будівель із самонесучими зовнішніми стінами:**

- 1 - зовнішня стіна; 2 – балки перекриття;  
3 – зона можливого падіння уламків; 4 – тяговий трос



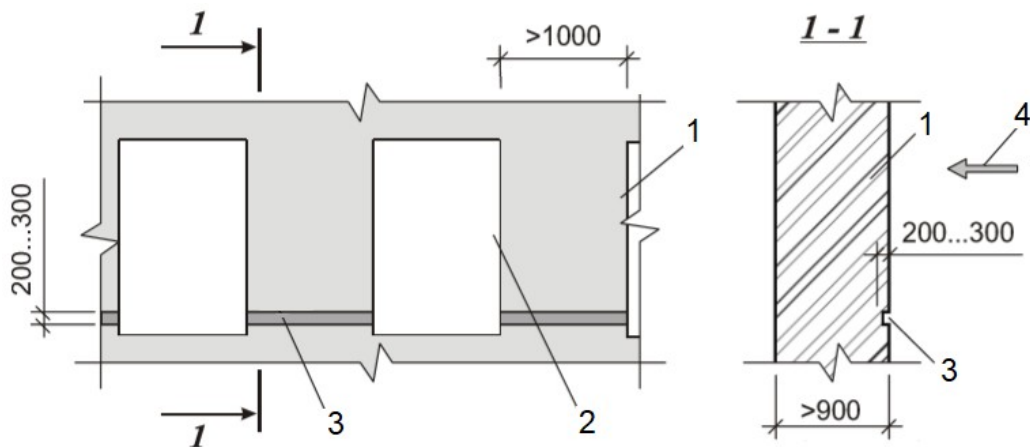
**Рис. 3.9. Знесення будівель з зовнішніми несучими стінами:**

- 1 - зовнішня стіна; 2 – перекриття; 3 – зона можливого падіння уламків; 4 - тяговий трос

Технологічна послідовність виконання робіт наступна. Відповідно до ПВР будівля розбивається на захватки із позначенням меж небезпечних зон за допомогою плакатів, написів, огорож, знаків безпеки тощо. З метою усунення взаємного зависання конструкцій, що обрушуються, на першому поверсі розбирають дерев'яні та цегляні перегородки. Якщо перекриття над першим поверхом виконано у вигляді склепінь, перегородки розбивають на другому

поверсі. Потім на захваті стіни, що обрушується, за простінки заводять троси та їх кінці виносять за кордон небезпечної зони, щоб захистити їх від засипки матеріалами обвалення.

При товщині стін цегли і більше або ширині простінка більше 1 м попередньо виконується підруб простінків в нижній частині на глибину не менше 250 мм (рис.3.10).



**Рис. 3.10. Влаштування підрубів в простінках шириною більше 1 м та для цегляних стін товщиною 3,5 цегли і більше:**

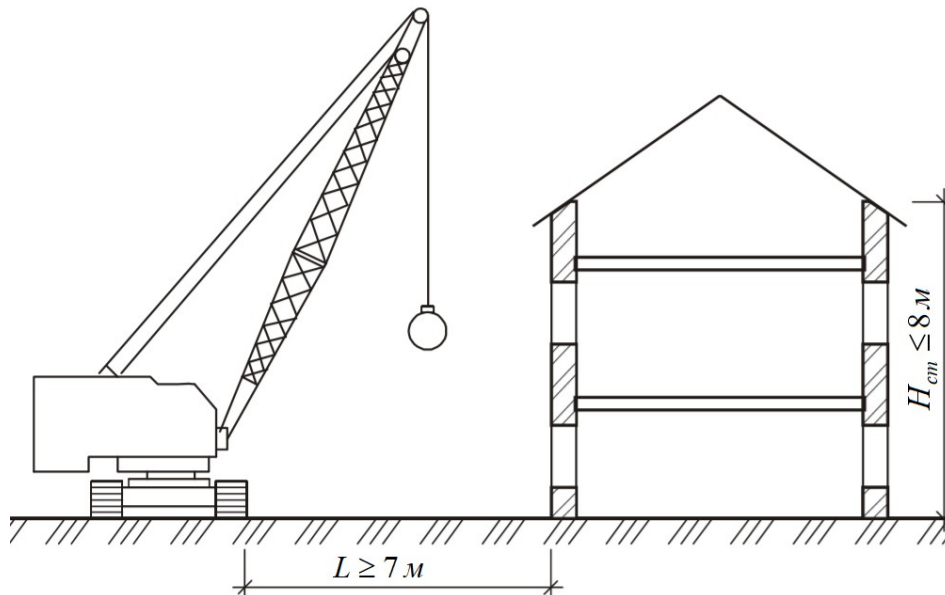
1 – простінок; 2 – отвір; 3 – підруб; 4 – напрям валки стіни

У разі незадовільного стану простінків і стін (значного їхнього фізичного зносу) в отворах першого та другого поверхів необхідно встановити розвантажувальні стійки-підпірки діаметром не менше 16 см.

### **3.2.3. Знесення будівель за допомогою сталеві баби**

Сталева (кулястої, грушоподібної, клиноподібної форми) баба підвішується до стріли екскаватора або крана і може використовуватися для розбирання будівель, що окремо стоять, висотою не більше двох поверхів, тобто. заввишки трохи більше 8 м (див. рис.3.11).

Маса сталеві баби визначається несучою здатністю механізму.



**Рис. 3.11. Знесення будівель за допомогою крану з підвішеним шар-молотом**

Технологічна послідовність робіт наступна:

- робочий механізм з рухомою сталевією бабою встановлюється на відстань не менше 7 м від будівлі, що руйнується, або відповідно до ПВР;
- знесення будівлі ведеться за захватками, зверху вниз, причому руйнуються як вертикальні, так і горизонтальні конструкції будівлі;
- після знесення частини будівлі на першій захватці проводиться вилучення довгомірних елементів (балок) за допомогою трельовального трактора та екскаватора з підгортанням матеріалів обвалення

Залежно від форми сталевієї баби розрізняють два **способи знесення будівель та споруд**:

- **знесення вертикальних елементів** за допомогою кулястої або грушоподібної сталевієї баби, коли вона розгойдується у горизонтальному напрямку;
- **знесення горизонтальних елементів** за допомогою сталевієї баби клиноподібної форми, коли вона піднімається на певну висоту і скидається вниз на об'єкт, що зноситься.

**Переваги способу:** - Висока продуктивність; відсутність ручної праці; незалежність від кліматичних умов.

**Основні недоліки способу:** порівняно велика площа для встановлення основного механізму; обмежена висота зносу; неможливість знесення будівель,

що примикають до сусідніх; неекономічність при знесення окремих елементів; великий шум.

Найбільш рекомендовані варіанти застосування цього способу:

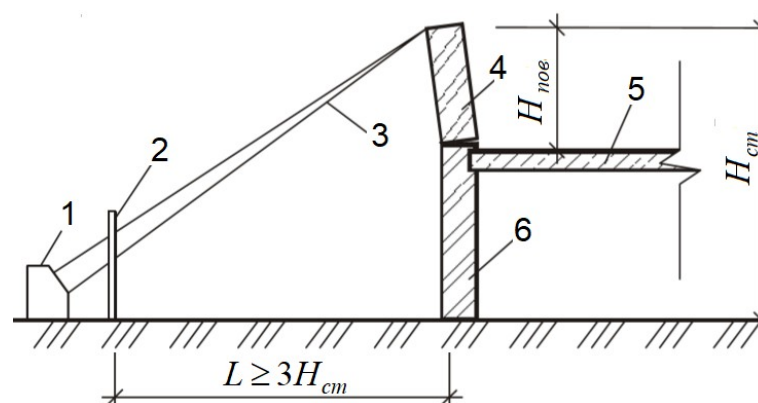
- комплексне знесення кам'яних або дерев'яних будівель;
- знесення заповнень у каркасних будинках;
- подрібнення великої кількості елементів будівель, розташованих близько один до одного;
- руйнування горизонтальних бетонних конструкцій.

Середня продуктивність одного робочого становить:

- при знесення кам'яних або цегляних стін (без урахування обвалення перекриттів) - 30...50 м<sup>3</sup>/год;
- при знесення кам'яних або цегляних стін з урахуванням обвалення ребристих залізобетонних перекриттів - 20...40 м<sup>3</sup>/год;
- при знесення кам'яних або цегляних будівель - 15...25 м<sup>3</sup>/год.

#### **3.2.4. Знесення будівель та споруд за допомогою канатної тяги**

Знесення будівель здійснюється шляхом докладання сили тяги від талі, лебідки, бульдозера, екскаватора та сталевих канатів, що закріплюються на об'єкті знесення (рис. 3.12).



**Рис. 3.12. Знесення будівель за допомогою канатної тяги:**

- 1 – лебідки; 2 – захисний екран; 3 – канат;  
4 – елемент, що обрушується; 5 – перекриття; 6 – стіна

Кількість та місця закріплення канатів залежать від виду об'єкта, що зноситься, і визначаються розрахунком, а їх діаметр при використанні лебідок і бульдозерів становить відповідно 16 та 28 мм.

У разі потреби можуть попередньо виконуватися підрубки або демонтажні отвори, а збільшення тягового зусилля можуть застосовуватися системи блоків-поліспастів. При знесенні вертикальних залізобетонних елементів необхідно попередньо розрізати робочу арматуру в області точки перекидання.

Для робіт з відділення та подальшого подрібнення конструктивних елементів будівель та споруд застосовуються також апарати для газового різання, відбійні молотки (перфоратори) та компресори.

**Область застосування:** кам'яні або цегляні стіни завтовшки до 400 мм; бетонні стіни завтовшки до 300 мм; вертикальні елементи будівель та каркасні конструкції.

**Переваги способу** полягають у наступному: висока продуктивність; можливість заздалегідь визначити масу та напрямок падіння уламків; незначне шумове навантаження.

**Недоліки способу** наступні: швидке зношування канатних тяг; значні витрати ручної праці; підвищені вимоги до безпеки праці.

Середня продуктивність праці при знесення кам'яних або цегляних будівель становить:

- за допомогою лебідки - 2...3 м<sup>3</sup>/год;
- за допомогою будівельних механізмів – 5...10 м<sup>3</sup>/год.

### **3.3. Знесення будівель та споруд за допомогою вибуху**

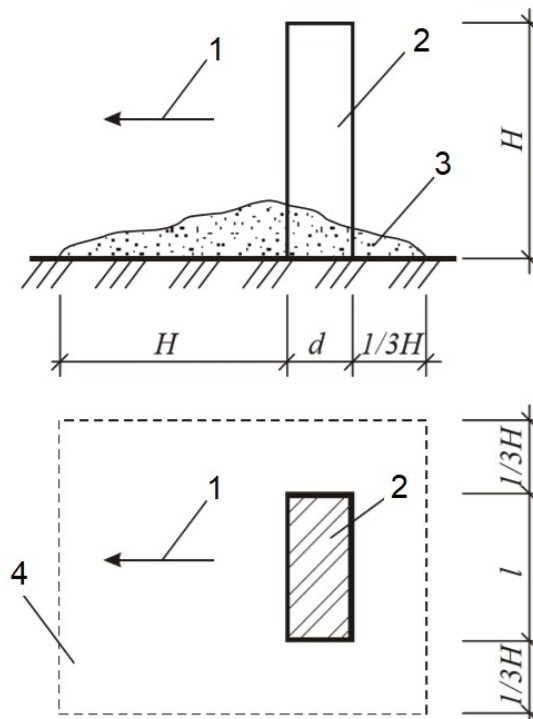
Даний спосіб застосовується для руйнування висотних будівель та споруд (вежі, труби тощо), бетонних та залізобетонних конструкцій, а також будівель, що мають високу міцність. При цьому відбувається повне або часткове їх знесення шляхом підриву заряду вибухових речовин (ВР) або часткове руйнування при попередньому влаштуванні розділової щілини між ділянками, що зносяться й залишаються.

Спочатку здійснюють буріння шпурів вручну або механізованим способом, причому довжина шпурів становить  $0,6...0,75$  товщини конструкцій, що зносяться.

Величина, розташування та кількість зарядів ВР залежать від виду і товщини об'єкта, що зноситься, від його габаритів і розташування на місцевості, ступеня необхідного руйнування і визначається розрахунком.

Розрізняють два види зносу будівель та споруд за допомогою вибуху:

- вибух із спрямованим падінням уламків (рис.3.13);
- вибух з обваленням уламків усередину (рис.3.14)



**Рис. 3.13. Знесення будівель за допомогою вибуху з спрямованим падінням уламків:**

1 – напрямок падіння уламків; 2 – будівля; 3 – уламки; 4 - площа падіння уламків

Роботи зі знесення будівель та споруд за допомогою вибуху повинні виконуватись спеціально підготовленими фахівцями із суворим дотриманням заходів безпеки.

Питомі витрати ВР визначають за графіками (рис. 3.15 та 3.16).

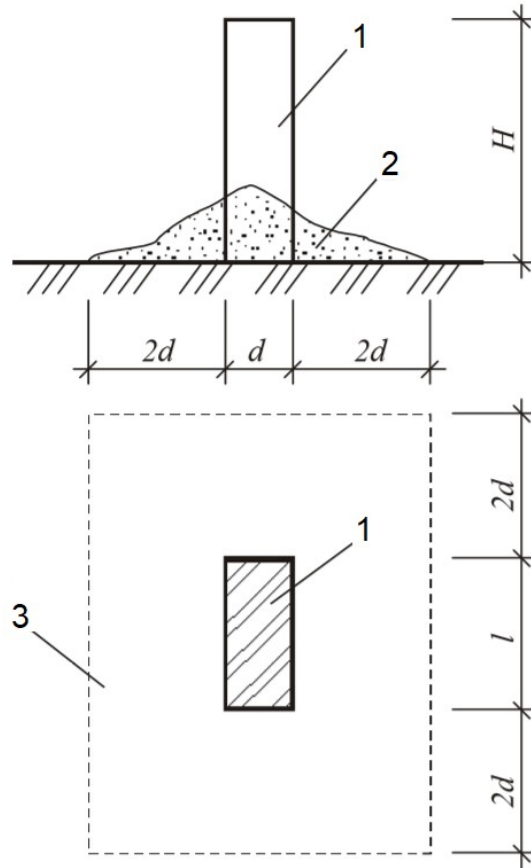


Рис. 3.14 . Знесення будівель за допомогою вибуху з обрушенням усередину:

1 – будівля; 2 – уламки; 3 - площа падіння уламків

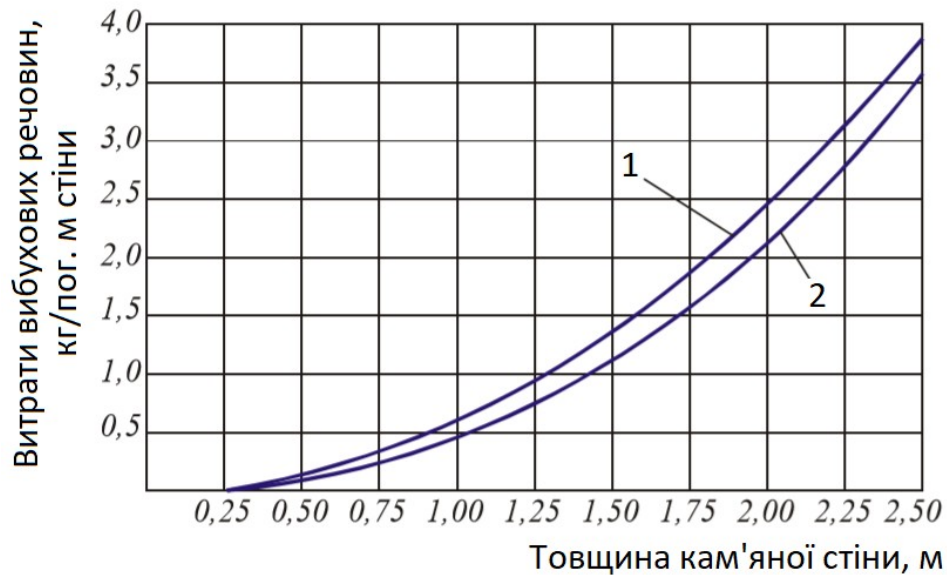
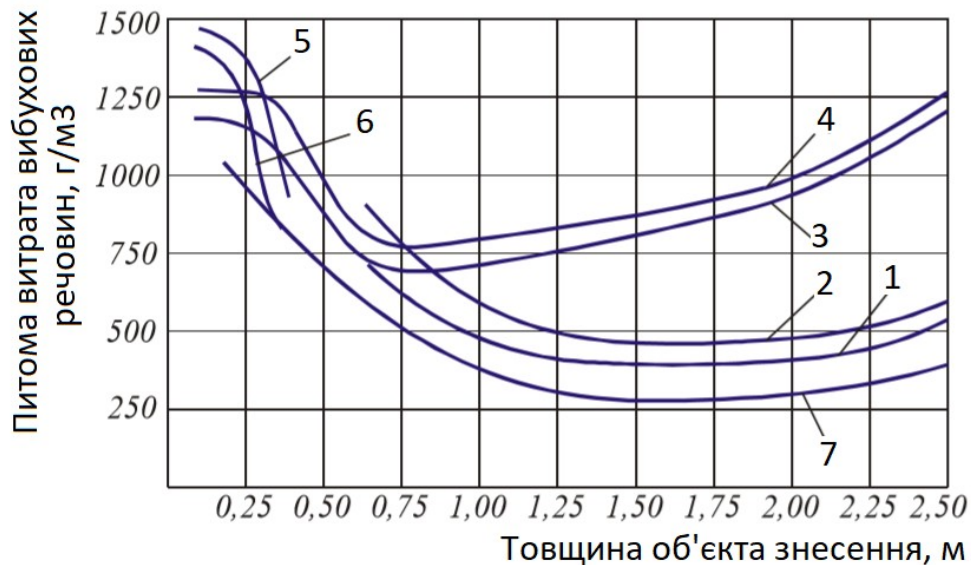


Рис. 3.15. Мінімальна витрата вибухових речовин на 1 пог. м руйнуємої кам'яної стіни (крім веж) в залежності від її товщини:

1 – односторонньо пов'язана кам'яна стіна; 2 – стіни, що вільно стоять



**Рис. 3.16. Приклад середньої питомої витрати вибухових речовин (желатин-докарит) на 1 м<sup>3</sup> підривної маси в залежності від товщини об'єкта, що зноситься:**

- 1 – кам'яні споруди (крім веж) – стіни, що вільно стоять, з навантаженням;  
 2 – кам'яні споруди (крім веж) – односторонньо пов'язані стіни з навантаженням;  
 3 – залізобетонні стіни, що вільно стоять, і перекриття; 4 – залізобетонні стіни, що вільно стоять; 5 – залізобетонні підлоги та дорожні плити;  
 6 – бетонні підлоги та дорожні плити; 7 – бетонні і кам'яні стіни, що вільно стоять

Продуктивність праці залежить в основному від способу буріння шпурів і висоти об'єктів, що зносяться (табл.3.2).

Таблиця 3.2

**Середня продуктивність праці під час знесення будівель за допомогою вибуху**

| Вид конструкцій   | Витрати праці при товщині конструкції, мм |            |              |              |
|---|---|------------|--------------|--------------|
|   | до 250*                                   | 250...500* | 500...1000** | понад 1000** |
| Горизонтальні бетонні поверхні, м <sup>2</sup> /год       | 1,8...2                                   | 1,2...1,8  | -            | -            |
| Горизонтальні залізобетонні поверхні, м <sup>2</sup> /год | 1,2...1,5                                 | 1...1,2    | -            | -            |
| Бетонні стіни, м <sup>2</sup> /год                        | 1...1,2                                   | 0,8...1,2  | 3...4        | 2...3        |
| Бетонні фундаменти, м <sup>2</sup> /год                   | -   | 1,3...1,5  | 3...4        | 4,5...5,5    |
| Залізобетонні фундаменти, м <sup>2</sup> /год             | -   | 1...1,3    | 2...2,5      | 2,5...3,5    |

\* Свердління шпурів ручними буровими інструментами.

\*\* Свердління шпурів машинами.

**Переваги способу:** стислі терміни робіт, досить високий рівень руйнування, короткочасний вплив на довкілля тощо.

**Недоліки:** необхідність суворого виконання та дотримання заходів безпеки; вплив на довкілля ударної хвилі, шуму та пилу.

### 3.4. Знесення будівель та споруд за допомогою гідравлічного молота

Гідравлічний молот монтується на базі екскаватора. (рис. 17)



Рис. 3.17. Гідравлічний молот на базі екскаватора

Спосіб застосовується при руйнуванні конструктивних елементів із каменю, асфальтобетону, бетону та залізобетону. Висота конструкції не має перевищувати 6 м, а товщина - трохи більше 0,2...0,5 м.

У процесі виконання робіт необхідно вживати заходів щодо захисту обслуговуючого персоналу та робітників від уламків, наприклад, за допомогою пристрою захисних козирків. При знесенні вертикальних конструкцій також необхідно оберегати гідравлічні шланги і молот від осколків, що падають.

Середня продуктивність одного робітника при руйнуванні конструкцій досягає для: кам'яних (товщиною до 500 мм) – 40 м<sup>3</sup> /год; бетонних (товщиною до 250 мм) – 3...10 м<sup>3</sup> /год; залізобетонних (товщиною до 250 мм) – 2...7 м<sup>3</sup>/год.

**Переваги:** відсутність ручної праці; висока продуктивність; отримання уламків невеликих розмірів; незначний вплив на довкілля.

**Недоліки:** обмежена висота знесення; значне зниження продуктивності під час руйнування міцних конструкцій.

## Питання для самоконтролю

1. На які процеси поділяється комплексний процес знесення (демонтажу) будівельних конструкцій
2. Дайте характеристику періодам комплексного процесу зі знесення об'єктів
3. Опишіть технологічну послідовність робіт зі знесення об'єкту будівництва за допомогою екскаватора, обладнаного шар-молотом
4. Від яких факторів залежать величина, розташування та кількість зарядів ВР необхідних для руйнування об'єкта, що зноситься
5. В чому різниця між двома видами зносу будівель та споруд за допомогою вибуху
6. Від чого залежить продуктивність праці при знесенні будівель та споруд за допомогою вибуху
7. Охарактеризуйте переваги та недоліки способу знесення будівель та споруд за допомогою канатної тяги
8. Залежно від якого фактора залежить вибір способу знесення об'єкту за допомогою екскаватора, обладнаного сталеву бабою:
9. В яких випадках застосовується спосіб механізованого знесення стін за допомогою трактора
10. Опишіть базові способи знесення об'єктів та обладнання, що при цьому застосовується
11. Перелічте основні чинники, що впливають на можливість та економічність знесення об'єкта будівництва
12. Опишіть етапи організації процесів руйнування конструкцій

## **Тема 4. ТЕХНОЛОГІЇ РОЗБИРАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА**

### **4.1. Розбирання будівельних конструкцій**

Розбирання будинків - це процес, зворотний зведенню об'єкта, він повинен виконуватися у відповідній послідовності. При цьому не завжди технологія й методи виконання робіт можуть передбачати строго поелементне розбирання будівель, починаючи з покрівлі та закінчуючи фундаментом. Однак в будь-якому випадку роботи повинні бути організовані таким чином, щоб не відбувалося масових завалів зруйнованих будівель. Це дозволить уникнути додаткових витрат при виконанні наступних робіт (навантаження будівельного сміття в транспортні засоби та його вивезення), а також збільшить кількість матеріалів, придатних для повторного використання, а також скоротить загальну тривалість робіт.

До початку робіт з розбирання необхідно намітити місця роз'єднання конструкцій відповідно до поелементної схеми їх видалення, встановити тимчасові кріплення конструкцій, а також влаштувати тимчасові огорожі, настили і захисні козирки.

Розбирання здійснюють, зазвичай, зверху вниз в наступному порядку:

1. технологічне та спеціальне обладнання, контрольно-вимірювальні прилади та апарати (КВП), електричні й слабкострумові мережі;
2. технологічні конструкції (трубопроводи, інженерні комунікації, щогли, опори, етажерки під обладнання, підйомники);
3. огорожувальні конструкції: горизонтальні (підлоги, покрівля, перекриття), вертикальні (ворота, двері, вікна, вітражі та не несучі зовнішні й внутрішні стіни);

4. спеціальні конструкції (сходи, оглядові майданчики, пандуси, шахти, галереї, рейкові шляхи);

5. несучі конструкції: горизонтальні (ліхтарі, плити покриттів і перекриттів, ферми, балки, ригелі, підкранові балки); вертикальні (стіни, колони, стійки);

6. тунелі, підвали, фундаменти.

Одноповерхові будівлі розбирають послідовним способом, що включає поелементне розбирання конструкцій всієї будівлі, або комплексним, при якому будівлю розбирають посекційно, або комбінованим. Багатоповерхові будівлі слід розбирати по поверхах по окремих секціях або по всій довжині будівлі.

Розбирання будівельних конструкцій будівель і споруд може виконуватися поелементно або укрупненими блоками.

Спосіб поелементного розбирання будівельних конструкцій здійснюється з метою максимального збереження матеріалів для їх повторного використання.

Вручну розбирають гостродефіцитні обробно-декоративні, дерев'яні та дрібні металеві конструкції. Розбирання вручну цегельних і бутобетонних конструкцій застосовують тільки при невеликому обсязі робіт і в випадках, коли інші способи з яких-небудь причин не можуть бути використані.

При розбиранні конструкцій користуються ручними електричними молотками, відбійними пневматичними молотками і ломачами, а також бетоноломами. Ручні пневматичні машини забезпечуються енергією від стаціонарних установок і повітророзподільних мереж, об'єктів що реконструюються. При відсутності такої можливості використовують пересувні компресори.

Розбирання за допомогою ручних машин досить трудомісткий і дорогий процес, тому його слід застосовувати тільки при відсутності більш продуктивних способів.

Розбирання укрупненими блоками має ряд переваг в порівнянні з поелементним способом, зокрема: скорочуються терміни робіт в 1,5 ... 2 рази ,

зменшується їх трудомісткість, підвищується безпека й культура виробництва робіт.

**Технологія розбирання покрівлі.** Покрівлю зазвичай розбирають в два етапи: спочатку дахове покриття, а потім - основні несучі елементи покрівлі.

Конструкцію рулонної покрівлі, яка містить утеплювач, знімають одночасно з утеплювачем. Роботи слід вести вздовж прольоту, починаючи з найвищої позначки покрівлі. Як інструмент можна застосовувати легкі ломи, штикові або совкові лопати. Розбирається матеріал слід опускати за допомогою кранів в баддях та спеціальних ящиках або по закритим жолобам.

Покрівельне покриття з рулонних матеріалів без утеплювача рекомендується відривати від суцільного підстави сталевий лопаткою, а ділянку його уздовж ската відрізати ножицями.

Покрівлі із штучних дрібних матеріалів розбирають поелементно в порядку зворотному їх влаштування. При акуратному розбиранні можна зберегти до 80 ... 85% матеріалу.

При розбиранні покрівлі з хвилястих азбестоцементних листів спочатку слід перерізати шурупи і цвяхи, потім зняти елементи покрівлі з коника, рядові листи, лотки і куточки. Покриття елементів азбестоцементної покрівлі, виконані з покрівельної сталі (труби, звіси та ін.), знімають після видалення азбестоцементних деталей.

Дефекти сталевих покрівель - корозія і порушення герметичності (рис. 4.1). Корозія покрівлі з'являється від впливу слабких кислот і лугів навколишнього середовища. Найбільш бурхливо цей процес протікає, якщо на покрівлі накопичується сміття, листя і хвоя.

Розбирання сталевий покрівлі необхідно починати зі зняття покриття близько труб та виступаючих частин. Рядове покриття з покрівельної сталі можна розбирати двома способами.

При першому - відокремлюють кляммери від обрешітки і за допомогою викруток або ломика розкривають один з стоять фальцев на картину по всьому скату покрівлі. Потім, від'єднавши лежачий фалець, скріплює картину з листами жолоби, піднімають картину ломиком і перевертають її на сусідній ряд, після чого роз'єднують окремі картини.

При другому - покрівельними ножицями зрізають стоячі фальці, потім розкривають лежачі фальці і скачують картини в рулони (рис. 4.2).



**Рис. 4.1.** Загальний вигляд покриття з покрівельної сталі, пошкодженого корозією

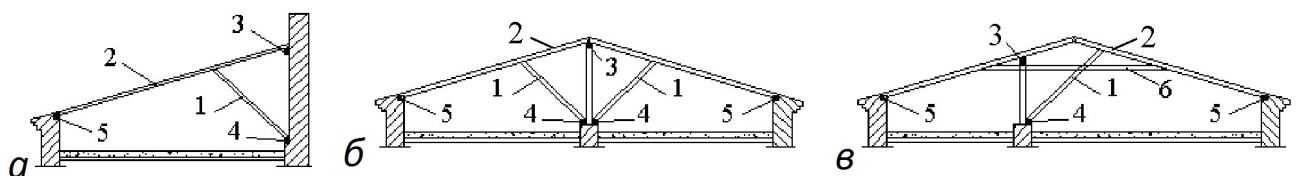


**Рис. 4.2.** Підготовка до розбирання покрівельного покриття (другий спосіб)

Решта елементів покрівельного покриття (парапетні решітки, лотки, лійки, жолобки і звиси) розбирають після розбирання обрешітки з рівня горіщного перекриття.

Дерев'яну обрешітку розбирають поелементно за допомогою спеціального ломика і цвяходера.

Дерев'яні крокви слід розбирати поелементно, дотримуючись черговості, зазначену на схемах (рис. 4.3, 4.4).



**Рис. 4.3.** Послідовність розбирання (1-6) наслонних крокв дахів різної конструкції:

а, б – односхилим і двосхилим з симетрично розташованою стіною;

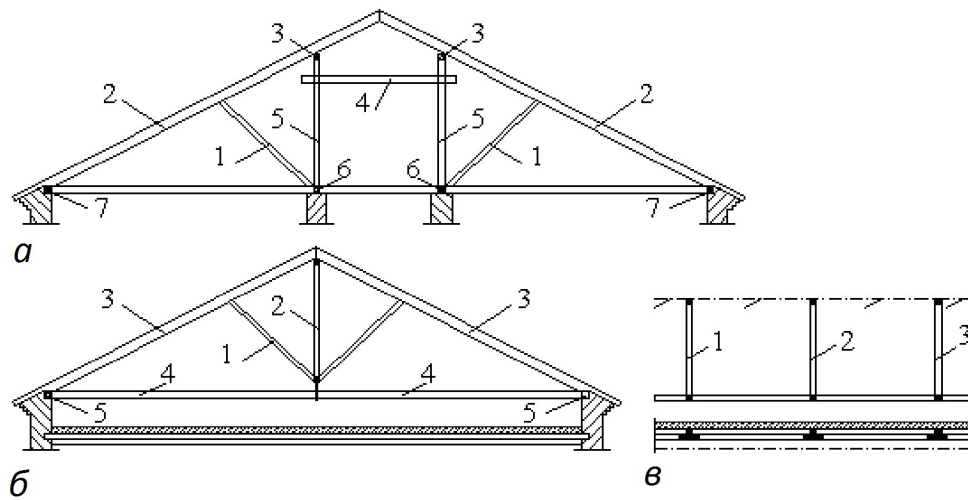
в – двосхилим з несиметрично розташованою середньою капітальною стіною;

1 – підкіс; 2 – кроквяна нога; 3 – верхній прогін; 4 – лежень; 5 – мауерлат; 6 – затяжка

Дерев'яні будівельні конструкції можна демонтувати повністю за допомогою вантажопідійомних механізмів. При цьому конструкцію спочатку стропують та, підтримуючи її краном, знімають опорні кріплення.

Дерев'яні клеєні балки рекомендується розбирати (демонтувати) цілком за допомогою кранів. Коли неможливо застосувати крани, клеєні дерев'яні

балки демонтують за допомогою лебідок, якщо над балками є конструкції, що дозволяють підвісити до них блок лебідки.



**Рис. 4.4.** Послідовність розбирання висячих крокв (а, б) і спускання стропильних ферм на горищі перекриття (в): 1 - 6 – послідовність розбирання

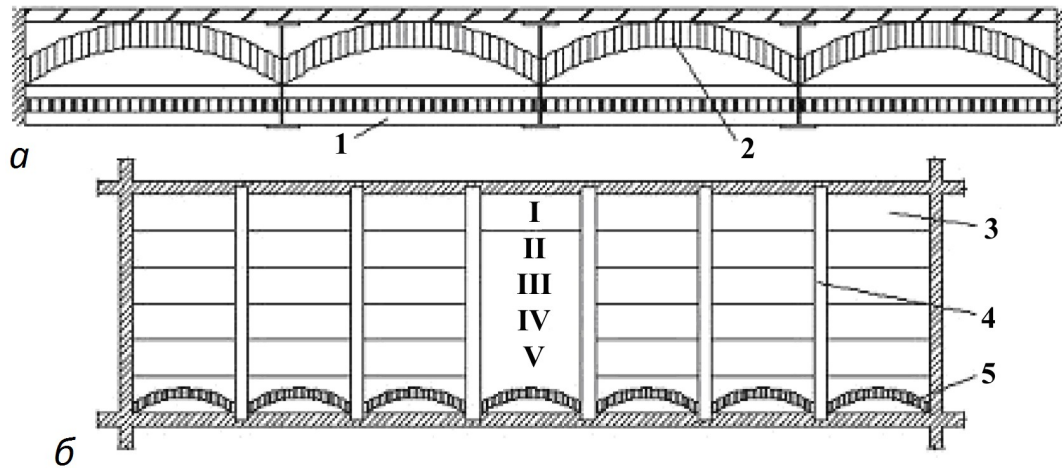
**Технологія розбирання і демонтажу перекриттів.** При реконструкції багатоповерхових будинків часто доводиться розбирати міжповерхові перекриття, які зазвичай бувають зі збірного або монолітного залізобетону, цегли у вигляді склепінь або виконані по металевих балках з дерев'яним або бетонним заповненням.

Розбирання перекриттів, що мають цементні, бетонні і асфальтові підлоги, слід розбирати разом з цими підлогами, а перекриття з дерев'яними підлогами починають зі зняття настилу підлоги.

Перекриття по металевих балках з цегляним заповненням у вигляді склепінь найдоцільніше розбирати поперек по відношенню до блоків ділянками шириною до 2 м і довжиною за розміром перекриття (рис. 4.5).

Якщо неможливо вести розбирання перекриття поперек, його розбирають уздовж ділянки, обмеженої двома сусідніми балками, однак, при цьому до початку розбирання слід між балками встановити спеціальні розпірки для виключення руйнування склепіння і неконтрольованого обвалу. Розпірки можуть бути з колод діаметром 16 ... 18 см, які встановлюють через 2-3 м по довжині балок.

Роботу по розбиранню склепінних цегляних перекриттів слід вести тільки з робочих настилів з дощок на зшивних планках, що укладаються по балках перекриття. Настили мають ширину 60 ... 80 см.



**Рис. 4.5. Схема розбирання склепін між сталевими балками:**

- а – розташування дерев'яних розпірок між сталевими балками; б – розбирання склепін поперечними ділянками; I - V – черговість розбирання склепін;  
 1 – дерев'яна розпірка; 2 – цегляне склепіння; 3 – поперечний ділянку розбірки;  
 4 – сталева балка; 5 – склепіння на балці

Циліндричні цегляні склепіння розбирають окремими ділянками шириною 0,8 ...1 м від торцевих стін з середини дуги до опор одночасно з двох сторін. Останній середній ділянку обрушують подсечкой підстави опор.

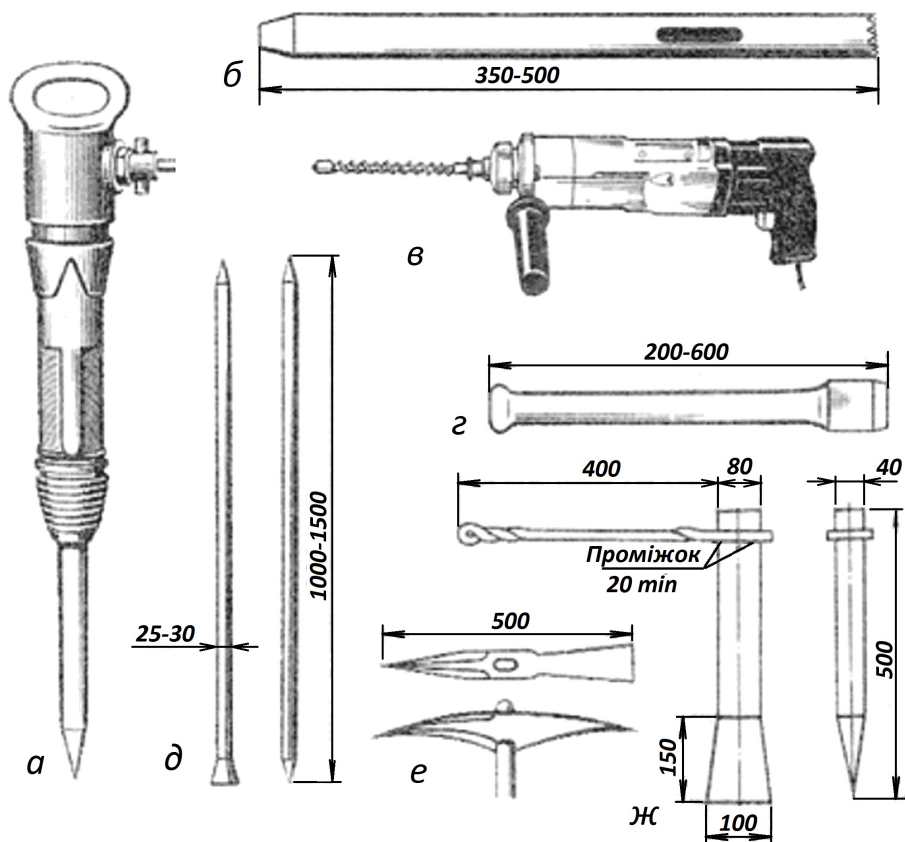
Зімкнуті, хрестові, купольні і вітрильні склепіння розбирають по кільцевим зонам шириною 250 мм від центру (замку) до п'ят. При наявності наскрізних тріщин і випаданні окремих цеглин склепіння, в залежності від характеру тріщин і ступеня розвитку деформацій, обрушають, розширюючи тріщини, або розбирають їх по частинах.

Для розбирання цегляних склепінних і монолітних залізобетонних перекриттів слід використовувати пневматичні або електричні відбійні молотки.

**Технологія розбирання цегляних стін.** Розбирання цегляної кладки виконують за допомогою відбійних пневматичних молотків і електромолотків,

скарпелей, шлямбурів, сталевих ломів, кирок, клинів, кувалд, молотків, електричних свердлильних машин.

Відбійні пневматичні молотки (рис. 4.6, а) і електромолотки використовують як при розбиранні кладки, так і для пробивання гнізд, борозен. Борозни і пази в цегляній кладці виконують також електричним борозноробом. Шлямбури (рис. 4.6, б) призначаються для пробивання круглих отворів невеликого діаметра (30 ... 50 мм). Шлямбури роблять із сталеві труби. Один кінець його має пилкоподібні зуби, інший кінець - конусообразний. Отвори в стінах вибивають електричними свердлильними машинами (рис. 4.6, в) з наконечниками з високоміцної сталі або твердих сплавів. Скарпель (рис. 4.6, г) застосовують при пробиванні гнізд і борозен під час розбирання кладки. Ломом (рис. 4.6, д), киркою (рис. 4.6, е), клином користуються в основному при розбиранні стін і фундаментів.



**Рис. 4.6. Інструменти для розбирання й ремонту кладки::**

а – пневматичний відбійний молоток, б – шлямбур,  
в – електрична свердлильна машина, г - скарпель, д – лом, е – кирка, ж – клин

Цегляна кладка на вапняному або змішаному розчині низьких марок зазвичай легко розбирається по площинах окремих цеглин, тому основна маса цегли може бути повторно використана.

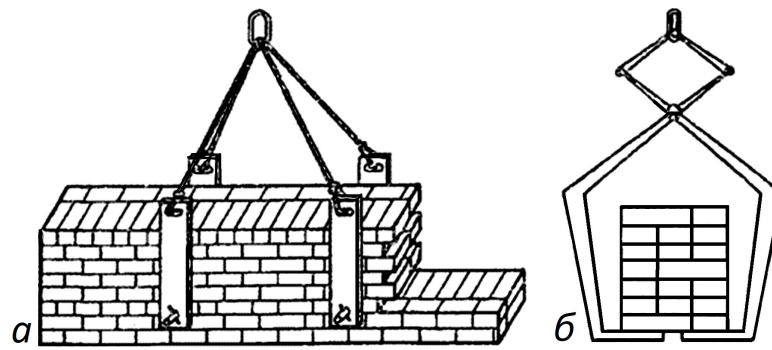
Розбирання цегляної кладки на цементному і цементно-вапняному розчинах вимагає значно більших зусиль. При цьому цегла і розчин розламуються на великі брили, й відокремити цеглу від розчину практично неможливо.

Залежно від міцності кладки, товщини стіни і застосовуваного інструмента розбирання ведуть на висоту двох або трьох рядів, починаючи з верху стіни.

Цегла і будівельне сміття складають в тачки або металеві ящики, які встановлюють на лісах і знімають краном. Матеріали від розбирання можна також подавати на рівень (позначку) підлоги або перекриття за допомогою елеваторних підйомників або по жолобах закритого типу в приймальний бункер. Досить зручні для цих цілей збірні рухливі секційні та телескопічні сміттєпроводи з алюмінію, сталі або пластику в комплекті з тачками і бункерами для прийому сміття або з завантаженням його в автотранспорт.

Цегляні стіни, якщо можливо, слід розбирати укрупненими блоками. Блоки стропують спеціальними вантажозахоплювальними пристроями різних конструкцій за допомогою штирів і накладок, грейферного типу (рис. 4.7) та ін. Блоки кладки відокремлюють відбійними молотками або ручними дискофрезерними машинами, підтримуючи їх при цьому вантажопідйомними машинами.

По мірі розбирання стіни видаляють проектні кріплення і зв'язки, що забезпечують її стійкість в процесі експлуатації. Тому для запобігання обвалення якої-небудь ділянки зносимої стіни необхідно додатково (на період розбирання) зміцнити її способами, що розробляються в проекті виконання робіт (ПВР).



**Рис. 4.7. Розбирання цегляних стін блоками:**

- а – стропування блоку за допомогою штирів і накладок;  
 б – стропування блоку із застосуванням захоплювача грейферного типу

На період проведення робіт небезпечну зону огорожують і закривають доступ стороннім особам. Якщо роботи з розбирання ведуть в затемнених або зовсім не мають денного освітлення частинах будівлі, то повинно бути влаштовано тимчасове освітлення робочих місць з освітленістю не менше 25 лк.

Цегляні стіни багатоповерхових промислових будівель розбирають аналогічним чином після розбирання всіх внутрішніх конструкцій на поверсі. Необхідно стежити за тим, щоб міжповерхові перекриття не перевантажувати будівельним сміттям, а також машинами і механізмами. На перший поверх матеріал можна спускати на вантажних ліфтах, а також по закритим жолобам. Від місць розбирання матеріал (будівельне сміття) подають до ліфтів й жолобів в тачках, які переміщуються по спеціально влаштованим ходам. З жолобів, які доцільно обладнати шибєрними затворами, будівельне сміття можна відразу вивантажувати в самоскид.

Цегляні стіни зазвичай розбирають з лісів. Застосовують інвентарні трубчасті риштування, які кріплять до розглядуваної стіні відповідно до типового проекту, мобільні самопіднімальні риштування та помости.

Самохідні підмостки складаються з розбірної секційної щогли, підйомної платформи та опорної рами. Щогла кріпиться до стіни будівлі кронштейнами, що встановлюються з інтервалом 7 м. Вільно стоять підмостки (тобто без кріплення до стіни) можуть мати висоту до 7 м. Якщо трохи змінити перетин щогли, то її висота збільшується майже вдвічі.

При розбиранні будівель і споруд можуть бути широко застосовані вишки, що пересуваються на власному ході (на автомобільному шасі й мають електропривод ходової частини).

Роботи з розбирання на висоті із зовнішнього боку будівлі можуть виконуватися з колісок, що підвішуються на консолях, а також за допомогою самопідйомних лісів різних параметрів.

Самопідйомні риштування в робочому положенні являють собою дві вертикальні стійки, що опираються на раму з чотирма виносними опорами. На кожній з стійок є зубчаста рейка, а на рухомому майданчику - електропривод з редуктором, провідні зовнішні шестерні якого входять в зачеплення з зубчастими рейками стійок. Пульт управління знаходиться на самому майданчику, яка має по всьому контуру надійні огороження. Самопідйомні риштування мають значні переваги в порівнянні з вживаними сборно-розборними або підвісними колісками.

## **4.2. Способи руйнування конструкцій**

Конструкції руйнують при їх фізичному зношенні, а також для скорочення термінів виконання робіт, зниження їх трудомісткості й при неможливості застосування розбирання.

При руйнуванні будівельних конструкцій застосовують засоби руйнівної і розчленованої дії. Засоби руйнування матеріалу розбирання конструкцій наведені в табл. 4.1.

Спосіб руйнування конструкцій ударними навантаженнями застосовують для руйнування склепінних цегляних, бетонних і залізобетонних перекриттів за допомогою клин-молоту, а також для руйнування цегляних стін і перегородок із застосуванням шар-молоту. Клин або шар-молот підвішується за допомогою сталевого тросу до стріли самохідного крана або екскаватора. Маса зазвичай не перевищує 3 т. Недоліком цього методу слід вважати те, що в результаті великих динамічних навантажень, що виникають при підйомі, розгойдуванні та скиданні вантажу, швидко зношуються механізм і несучі вузли машини, а

Таблиця 4.1

## Засоби руйнування матеріалів розбираємих будівельних конструкцій

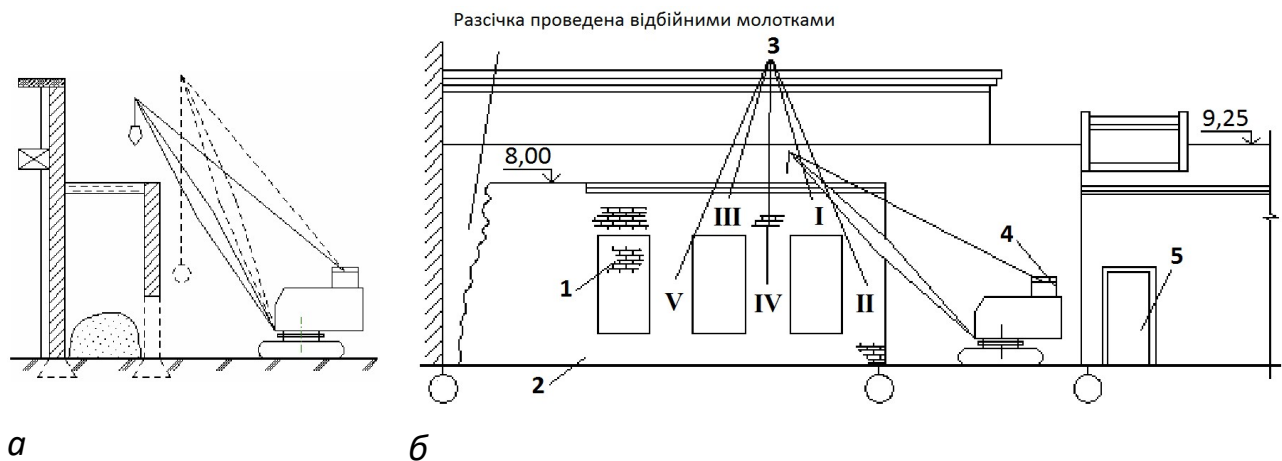
| Засоби і способи руйнування  | Типи розбираємих конструкцій                   | Середня продуктивність                      | Характер руйнування                            | Технологічна структура процесу розбирання   |
|--|--|---|--|---|
| 1  | 2  | 3   | 4  | 5   |
| Гідроциліндр (клиновий розколювач)   | Фундаментні та плитні (плити на ґрунті)        | 0,45 м <sup>3</sup> /год на один розколювач | Розколювання бетонних і залізобетонних масивів | Підготовка фундаменту до розбирання. Буріння шпурів. Розміщення клинового розколювача в шпурі. Розколювання бетону. Розбірка частин бетону які відкололися від масиву |
| Гидромолот типу СП-62 (пневмомолот)  | те ж   | 1,5...2,5 м <sup>3</sup> /год               | Повне руйнування конструкцій                   | Підготовка фундаменту до розбирання. Руйнування фундаменту. Прибирання зруйнованого бетону  |
| Бетоноломи пневматичні та електричні   | Фундаменти                                     | 0,25...0,6 м <sup>3</sup> /зміну            | Розколювання бетону                            | Підготовка фундаменту. Розколювання   |
| Пристрій УРГС  | Пальові  | 20 од/зміну                                 | Руйнування бетону головок паль                 | Підготовка палі, установка пристрою. Підключення до базового агрегату   |
| Вибухогенераторна установка ВН-2   | Фундаменти й підлоги                           | 42... 150 м <sup>3</sup> /год               | Дроблення бетону                               | Підготовка генератора   |
| Гідровзрив   | Фундаменти                                     | 20 м <sup>3</sup> /год                      | Відколювання шматків бетону                    | Буріння шпурів. Закладка підривача  |
| Установки електрогидравлічного руйнування (ЕГР); «Вулкан», «ЭГУРН», «Базальт», «Импульс», ПЭИУ | Фундаменти, плитні (плити на ґрунті), стінчаті | 1...10 м <sup>3</sup> /год                  | Розколювання бетону, залізобетону              | Підготовка фундаментів до розбирання. Буріння шпурів. Установка електродної системи. Розряд конденсаторної батареї. Прибирання зруйнованого бетону                    |

Продовження табл. 4.1

| 1  | 2   | 3  | 4   | 5  |
|--|---|--|---|--|
| Скалолом                                   | Те ж  | До 1 м <sup>3</sup> /зміну бетону марки М200 | Поділ на блоки  | Підготовка фундаменту до розбирання. Буріння шпурів і заповнення їх водою. Установка скалоломом. Розколювання масиву. Прибирання зруйнованого бетону |
| Свердлильні верстати з алмазними свердлами | Стенчатие, плитні (плити перекриття), столбчато-балкові | 1,2...2,4 м/год (отвори)                     | Влаштування отворів, виконання прорізів, розділова різання залізобетонних, бетонних і цегляних конструкцій        | Підготовка конструкцій до розбирання. Свердління конструкцій. Прибирання зруйнованих конструкцій   |
| З ельборними свердлами                     | Стенчатие, плитні (плити перекриття), столбчато-балкові | 3,5 м/ч (отвори)                             | Те ж  | Те ж   |
| Установка термитно-кисневого різання       | Те ж  | 0,6...2,4 м/год (отвори)                     | Влаштування отворів, виконання прорізів, розділова різання залізобетонних, бетонних і цегляних конструкцій        | Підготовка конструкцій до розбирання. Різка конструкцій методом послідовного пропалювання отворів. Прибирання зруйнованих конструкцій                |
| Установка електродугового різання          | Те ж  | 1,8...3,6 м/год (отвори)                     | Те ж  | Те ж   |
| Алмазні відрізні диски                     | Плитні (плити на ґрунті), столбчато-балкові, стінчаті   | 6...12 м/год                                 | Розділова різання бетону товщиною до 400 мм, влаштування прорізів в стінах і перекриттях, фрезерування матеріалів | Підготовка поверхні конструкцій. Різка конструкцій алмазними відрізними дисками. Прибирання розрізаних конструкцій                                   |

також значно збільшуються витрати сталевого тросу. Крім того, при цьому способі кран або екскаватор використовується не за своїм прямим призначенням [2, 5, 10].

На рис. 4.8 показані схема роботи екскаватора з руйнування цегляної стіни і перекриття а також послідовність нанесення ударів.



**Рис. 4.8.** Схема руйнування конструкцій ударним способом (а) і послідовність нанесення ударів (б):

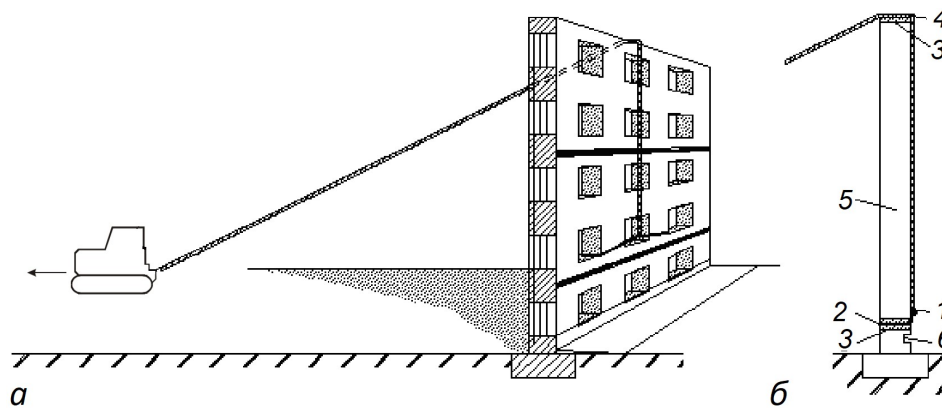
- 1 – виконуваний отвір; 2 – стіна що розбирається;  
3 – порядок нанесення ударів (I .. V); 4 – екскаватор; 5 – існуючий перехід

Обвалення окремих споруд і устаткування за допомогою бульдозерів і тракторів виконують наступним чином. Стіни відсікають від основної частини будівлі будь-яким з відомих способів. Якщо цегляні поздовжні стіни складені на слабких розчинах, їх розбирають без вертикального членування і відділення від поперечних стін. Місця вертикального членування стін намічають так, щоб разсечка не викликала їх передчасного обвалення.

Для розтин доцільно використовувати віконні та дверні прорізи. Стіни розсікають зазвичай відбійними молотками. Металеві зв'язки розсікають автогеном. Канатом обв'язують стіни до рассечки, прив'язуючи один кінець каната до верхньої консольної частини стіни, а інший - до гака трактора (рис. 4.9, а). Натягуючи трактором канат, обрушають стіни.

За допомогою тракторів обрушають також окремі конструкції будівель. Сталевий канат має діаметр 19 ... 27 мм.

Довжина канату повинна бути такою, щоб її робоча частина відповідала подвійній висоті обвалюються стіни, а повна довжина була не менше трьох висот обвалюються стін (з урахуванням довжини на обв'язку).



**Рис. 4.9. Схема обвалення стіни за допомогою трактору:**

а – обв'язка канатом відсіченою частиною стіни; б – схема запасовки каната при обваленні стіни з попереднім її підрублюванням; 1 – гак; 2 – охоплююча петля; 3 – підкладка з дощок; 4 – тяговий трос до трактора; 5 – стіна; 6 – підруб

Кінець каната закріплюють кільцевою в'язанням за простінок нижній частині стіни по центру обвалюються ділянки і через верх стіни перекидають до трактора. Бульдозер ставлять перпендикулярно площині стіни. Він повільно рухається вперед до повного натягу каната.

Після незначного розгойдування машиніст бульдозера дає хід вперед і натягує канат, обвалилася стіна. Якщо стіна не піддається, розгойдування повторюють. Утворилися завали розбирають за допомогою екскаваторів, навантажувачів, бульдозерів і автомобільних кранів.

Якщо стіни міцні, їх попередньо підрубують з боку обвалення дисковими ріжучими машинами і відбійними молотками. Глибина вруби зазвичай становить 1/4 частину товщини стіни, а ширина близько 100...150 мм. Канат повинен охоплювати петлею обвалювану частину стіни на 20 ... 30 см вище підрублювання і перепускає через верх стіни (рис. 4.9, б).

Порядок операцій при цьому наступний: закріплюють тяговий канат на стіні, підрубують стіну в нижній частині, влаштовують розтин обвалюваної

частини стіни від каркаса та інших частин стіни, обрушають стіну трактором за допомогою тягового каната.

Більш прогресивним способом є руйнування конструкцій пневмо- і гідромолотами, гідроножницями.

Заміна ковша екскаватора на пневмо- або гідромолот, а також зворотна операція займає в середньому 45 ... 50 хв. Для проведення руйнівних робіт сучасні гідравлічні відбійні молотки встановлюються на носіях робочою вагою від 0,8 до 12 тонн, такі як гідравлічні екскаватори, міні-екскаватори, навантажувачі з бортовим поворотом, навантажувачі «зворотна лопата».. Залежно від моделі робоча вага легких гідромолотів становить від 75 до 370 кг. Кількість ударів в хвилину коливається від 450 до 1500 уд./ хв. Для зниження рівня шуму при роботі гідравлічні відбійні молотки оснащуються металевою і гумовою ізоляцією.

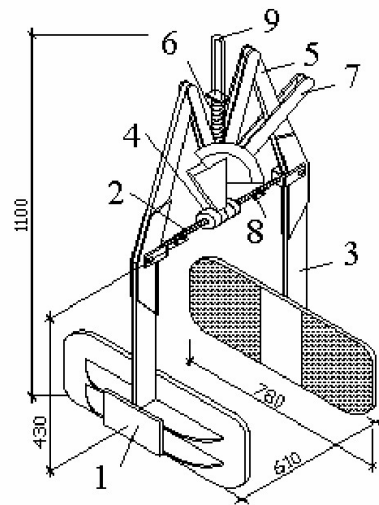
При руйнуванні бетонних, асфальтобетонних і асфальтових покриттів товщиною 0,3...0,5 м рекомендується молотами в покритті пробивати отвори, а подальше руйнування покриттів виробляти ковшем екскаватора в процесі екскавації. Сітка точок впровадження зазвичай вибирається в залежності від товщини руйнуємої конструкції, її міцності та місткості ковша машини, що виконує екскавацію. Найбільш часто рекомендуються сітку від 0,5 x 0,5 до 0,9 x 0,9 м.

Обвалення протяжних конструкцій, що мають висоту 1,5 м і більше (стіни, перегородки та ін.), за допомогою гідромолотів слід вести від себе, руйнувати конструкцію послідовно зверху вниз частинами. При цьому необхідно враховувати, що при роботі в горизонтальному або близькому до нього напрямку енергія удару знижується на 20.40%.

Конструкції висотою до 1,5 м слід руйнувати або обрушати прийомом «з підкладкою», коли робочий інструмент молота заглиблюють в конструкцію якомога ближче до рівня землі й подальшими маніпуляціями молота відокремлюють конструкцію або її частину від заглибленого масиву.

Після руйнування оголену арматуру перерізають ацетиленовим різакон, потім шматки залізобетону вантажать краном в самоскид за допомогою

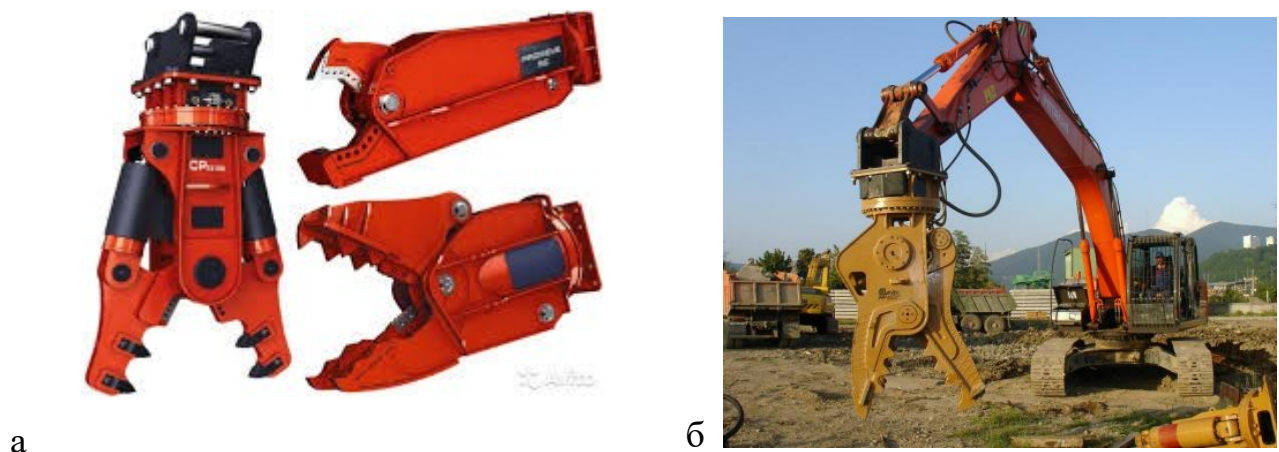
захоплювача РШ-2 конструкції Шілтенко (рис. 4.10), грейферного або захватного кліщового ковша, а в окремих випадках - універсальним кільцевим стропом.



**Рис. 4.10. Захоплювач РШ-2 конструкції Шілтенко:**

- 1 – башмак затискувача; 2 – стяжний гвинт; 3 – розпірка; 4 – повзунок;  
 5 – крановий пристрій; 6 – направляючий стріжень; 7 – важіль кранового пристрою;  
 8 – інсталяційний упор; 9 – коромисло

Гідравлічні ножиці для руйнування можуть бути приєднані практично до будь-якого гідравлічного екскаватору, робочою вагою від 2 до 45 т. В залежності від моделі експлуатаційна маса гідравлічних ножиць змінюється від 200 до 3400 кг, максимальне руйнівне зусилля від 15 до 87 т, довжина ріжучої кромки від 60 до 630 мм (рис. 4.11). Гідравлічні ножиці, як правило, обладнані ротатором, що дозволяє повертати їх на будь-який кут.



**Рис. 4.11. Гідравлічні ножиці:**

- а – варіанти навісного обладнання; б – загальний вид екскаватору з гідравлічними ножицями

Гідравлічні ножиці здатні різати і дробити залізобетон, цеглу і кам'яні блоки, розрізати арматуру, обробляти металевий лом, металоконструкції (рис. 4.12).



**Рис. 4.12. Руйнування конструкцій будівлі екскаватором, який оснащено гідравлічними ножицями**

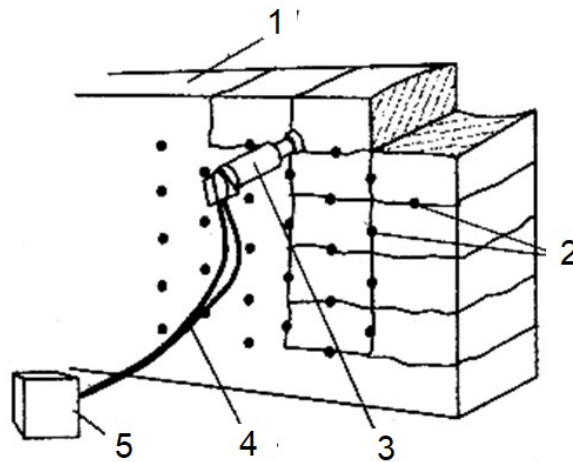
Гідророзколювання застосовують для руйнування монолітних бетонних і цегляних конструкцій які мають високу міцність (рис. 4.13). Гідравлічні разколювачі це клинові пристрої з гідроциліндрами. Клиновий пристрій вставляють в заздалегідь пробурену свердловину діаметром 25...180 мм та довжиною 200...800 мм, та за допомогою гідроциліндра пускають у хід. Зусилля, що розвивається гідроциліндром, збільшується в кілька разів за

допомогою клину. Клин розвиває зусилля 1000 - 2000 кН що руйнує бетон. Руйнування відбувається безшумно і без розльоту шматків.

Продуктивність праці одного робітника залежить від виду матеріалу конструкції та становить для:

- бетонних – 0,5...1,2 м<sup>3</sup>/год;
- залізобетонних – 0,2...0,3 м<sup>3</sup>/год;
- кам'яних – 3...8 м<sup>3</sup>/год.

Невеликі габарити установки забезпечують її застосування в умовах обмеженого простору.



**Рис. 4.13. Руйнування конструкцій за допомогою гідророзколювання:**  
 1 - конструкція, що підлягає руйнуванню; 2 – шпури; 3 - пристрій, що розклинює;  
 4 – шланги високого тиску; 5 – агрегат високого тиску

Заключним етапом руйнування будівель є переробка будівельних відходів. Для цього можуть використовуватися мобільні подрібнювачі комплекси, що дозволяє без значних витрат (пов'язаних з вивезенням і утилізацією) переробити відходи у вторинний щебінь різних фракцій (рис. 4.14).

Ця технологія дозволяє вирішити проблему з утилізацією відходів та сприяти поліпшенню екологічного аспекту, пов'язаного з цим процесом.

Вибухові роботи при реконструкції будівель і споруд можуть виконуватися для руйнації або дроблення кам'яних, бетонних і залізобетонних

конструкцій, обвалення існуючих об'єктів на їх основу або в заданому напрямку. Ці роботи здійснюються за індивідуальними проектами.



**Рис. 4.14. Робота мобільного дробильного комплексу при переробці будівельних відходів**

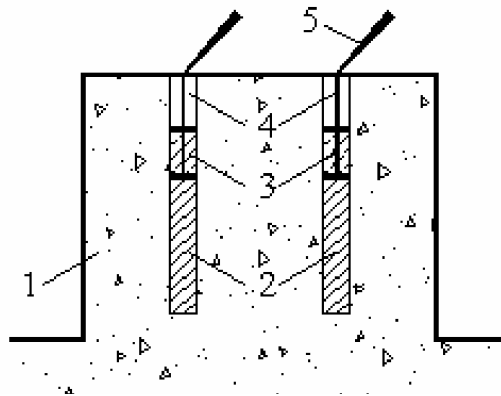
Руйнування фундаментів вибухом може проводитися на відкритих, будівельних і заводських майданчиках і всередині приміщень. Підривати підвалини всередині будівель необхідно тільки «на розпушування».

Для прийняття рішень щодо руйнування фундаментів повинно бути визначено таке: конструкції та розміри фундаментів, характеристика матеріалу (клас бетону, число арматурних стрижнів, їх діаметр, марка стали), наявність каналів, порожнин в руйнованому масиві, їх розташування, дані про засоби механізації для збирання підірваного матеріалу, вимоги до крупності шматків, план розташування конструкцій, будівель, споруд і комунікацій, які підлягають захисту від вибуху, наявність скляних огорож поблизу місця робіт.

Заряди для руйнування фундаментів розміщують в шпурах або рукавах. При руйнуванні фундаментів шпуровим методом відразу на всю глибину шпурів приймають рівною 0,9 висоти фундаменту. При руйнуванні фундаменту окремими шарами глибина шпурів повинна бути рівною товщині кожного шару, за винятком останнього шару фундаменту. У ньому для запобігання від пошкодження основи фундаментів шпури повинні мати глибину, рівну 0,9 товщини шару, що знімається.

При руйнуванні фундаменту горизонтальними шпурами між ними і основою фундаменту повинен залишатися запобіжний шар товщиною 0,2...0,4 м. Діаметр шпурів при руйнуванні фундаментів становить 35...60 мм, розрахункова лінія опору 0,5...0,7 глибини шпуру (рис. 4.15).

Для предотвращения разлета осколков при взрыве используют локализаторы взрыва или фундамент укрывают мешками с песком, металлической сеткой или ограждают специальными щитами толщиной не менее 50 мм, расположенными на расстоянии около 60 см от фундамента (рис. 4.16). Окружающие агрегаты и остальные части здания, находящиеся вблизи взрываемого фундамента закрывают специальными щитами.

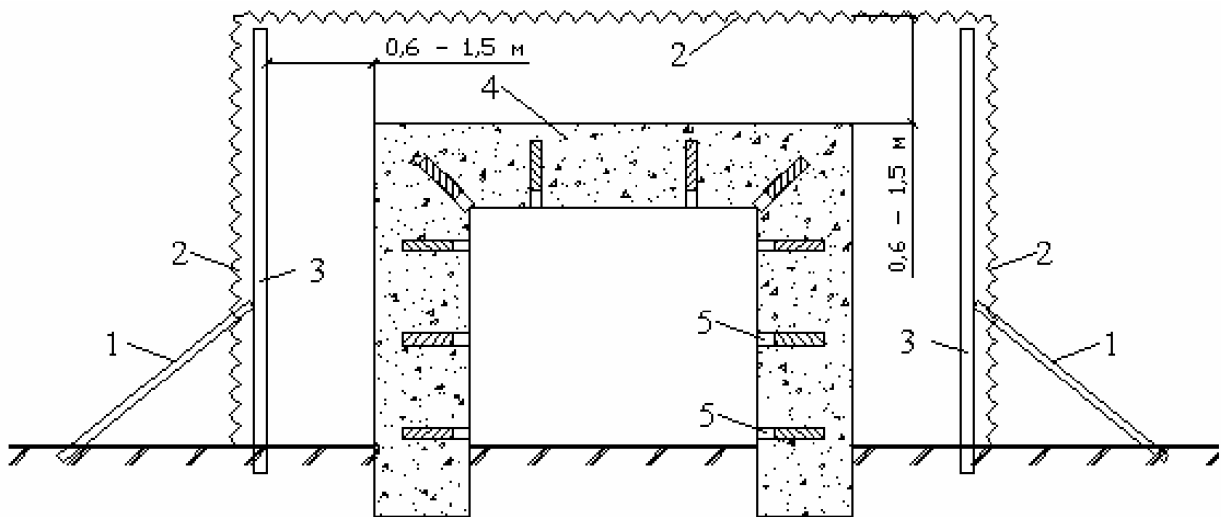


**Рис. 4.15.** Схема розміщення шпурових зарядів при руйнуванні фундаменту:

- 1 – фундамент; 2 – забойка; 3 – електродетонатор;  
4 – шпури; 5 – заряд вибухової речовини (ВР)

Підривання залізобетону призводить до вибивання бетону з арматури, потім арматуру ріжуть бензорізом або автогеном. Відповідно до цього залізобетонний масив необхідно ділити на транспортабельні блоки, по межах яких розміщують та підривають заряди з високобризантної вибухової речовини (ВР).

При руйнуванні плити або стіни товщиною менше 40 см для вибивання бетону застосовують подовжені накладні заряди. При товщині плити більше 40 см у напрямку різку бурять шпури глибиною  $\frac{2}{3}$  товщини стіни. Відстань між шпурами в залежності від щільності залізобетону приймають рівним 10...15 діаметрів шпуру.



**Рис. 4.16. Схема укриття бетонного тунелю металевою сіткою для запобігання розльоту осколків:**

1 – розпірки; 2 – сітка; 3 – підтримуючі стовпи; 4 – бетонний тунель; 5 – шпурові заряди

Для перебивання залізобетонних колон рекомендується використовувати шпурові заряди, які мають у своєму розпорядженні в два ряди на відстанях 15 діаметрів в ряду і між рядами.

При руйнуванні залізобетонних естакад спочатку вибивають бетон з перекриттів. Після різання і прибирання частин його перебивають і прибирають підтримують колони.

При великій потужності бетонного блоку використовують метод свердловинних зарядів. Залежно від розмірів блоку свердловини діаметром  $d$  розташовують в один або кілька рядів по квадратній сітці, яка дорівнює  $25...27 d$ . При бурінні свердловин зверху вниз глибину свердловини приймають на  $5d$  менше висоти бетонного блоку. При бурінні з бічної поверхні свердловини до протилежної бічної її поверхні не доходять на  $10...15 d$ . При цьому для зручності буріння свердловини рекомендується розташовувати віялом: нижні злегка нахилені вниз, середні - горизонтальні, верхні - з нахилом вгору.

Вибуховий спосіб може бути також використаний при руйнуванні металевих конструкцій на більш дрібні частини, зручні для переміщення.

Для перебивання фасонних або складових рам і конструкцій, металевих листів і плит товщиною менше 15 см доцільно застосовувати зовнішні заряди. Масу заряду для перебивання фасонних і складених конструкцій визначають

для кожної складової частини окремо. Заряди можуть бути у вигляді патронів або у вигляді шашок. Зовнішні заряди прикривають з усіх боків злегка ущільненим набійки матеріалом з піску, глини товщиною 25...30 см.

При перебиванні конструкцій товщиною понад 15 см рекомендується використовувати шпурові заряди діаметром 30...35 мм, шпури пропалюють киснем або свердлять. Лінії розташування шпурів (лінії різку) визначаються розмірами окремих шматків, які повинні утворитися в результаті руйнування. Шпури необхідно вибувають по довжині різку на відстані 1...1,5 глибини шпуру, але не далі 30...40 см один від іншого. Глибина шпурів повинна бути не більше  $\frac{2}{3}$  (для сталі  $\frac{3}{4}$ ) і не менше  $\frac{1}{3}$  товщини руйнуємого об'єкту.

Будинки й споруди обрушають за допомогою ВР, що закладається в їх основі, вибух якої спрямований в задану сторону (спрямоване руйнування). У заданому напрямку, рекомендується обрушувати висотні будівлі й споруди (димові труби, вежі та ін.).

Принцип обвалення будівель і споруд на свою основу полягає в утворенні вибухом наскрізної підкладки по периметру будівлі або споруди. В результаті вибуху об'єкт, падаючи на свою основу, руйнується. Висота розвалу зазвичай не перевищує  $\frac{1}{3}$  висоти будівлі, а ширина розвалу в сторони за периметр будівлі - 0,5 висоти стін. Перед вибухом всі внутрішні перегородки, перекриття, крокви, дах, дверні та віконні коробки зазвичай розбивають і видаляють.

Найбільш ефективним способом запобігання розльоту осколків при обваленні будинків і споруд є укриття руйнуємого шару подвійними дерев'яними щитами. Щити виготовляють з дощок товщиною 30 мм такої довжини, що б їх верхній кінець перекривав останній ряд по висоті не менше ніж на 0,5 м. Щити встановлюють на відстані 1 м від основи споруди (з нахилом до нього) і пов'язують по периметру дротом або тонким сталевим канатом. Якщо поблизу обвалюємого об'єкту проходить повітряна лінія електропередачі, якої може загрожувати руйнування, вона до моменту вибуху повинна бути прибрана або знеструмлена.

Гідровибуховий спосіб можна застосовувати для руйнування конструкцій коробчатої форми, резервуарів, а також цегляної кладки, бетону та залізобетону. Цей спосіб рекомендується використовувати, коли необхідно скоротити до мінімуму радіус розльоту осколків.

Конструкції коробчатої форми (резервуари та ін.) До вибуху заповнюють водою до країв. Заряд ВР підвішують на мотузці в центрі руйнуємої конструкції із заглибленням його на  $2/3$  товщини шару води.

Для руйнування фундаментів, цегляної кладки, бетону та залізобетону гідровибуховим способом в якості заряду використовують 6...12 ниток детонуючого шнура (ДШ). Довжину ниток ДШ приймають рівною 0,65...0,75 глибини шпуру. Для зменшення числа ниток ДШ можна поміщати в нижній частині шпуру невеликий заряд (50 ... 100 г) водостійкої ВР. Вільний простір в шпурі заповнюють водою, верхній рівень якої знаходиться на 10 см нижче гирла шпуру для запобігання бічного розкиду уламків. При руйнуванні тріщинуватих фундаментів замість води використовують глинистий розчин і зазвичай при цьому збільшують масу заряду в 1,3...1,5 рази. Гідровибуховий спосіб малоефективний для руйнування залізобетону з великою кількістю арматури.

Для руйнування монолітних бетонних і цегляних масивів доцільно застосовувати електрогідралічний спосіб. Виробництво робіт ведеться в наступному порядку: в монолітному масиві, призначеному для руйнування, влаштовують шпури (свердловини) діаметром 40...50 мм і глибиною 0,5...0,8 м. Шпури слід розташовувати в шаховому порядку з відстанню між рядами 0,3...0,5 м в залежності від міцності руйнуемого масиву. Шпур наповнюють водою і в нього встановлюють електродетонатор. Після контрольних вимірів установка вважається підготовленою до роботи. Потім з установки на детонатор подають струм. У зоні електричного розряду миттєво виникає високий тиск, який через практично не стисливу воду передається на конструкцію і руйнує її.

Переконавшись у відсутності людей в небезпечній зоні (в радіусі 10 м від встановленого підричника), оператор ініціює вибух, тобто розряд конденсаторної ємності, який викликає утворення тріщин бетону. Остаточо

фундамент розбирають за допомогою відбійних молотків і клинів. Арматуру розрізають ацетиленокислородним різакком.

Застосування установки електрогідравлічного ефекту (ЕГЕ) для руйнування кам'яних і бетонних масивів, бутобетонної і кам'яної кладки дозволяє в десятки разів збільшити продуктивність праці, вивільнити значну кількість робочих, зайнятих на розбиранні фундаментів, кам'яних стін та інших монолітних конструкцій, а також виключити фізичну працю на зазначених роботах. Так, при руйнуванні бетонного масиву за допомогою ручних пневматичних машин (в залежності від міцності бетону), буропідривного способу і електрогідравлічної установки трудомісткість на 1 м конструкції відповідно буде 29...42; 4,5...6,5 і 0,37...2,1 люд.-год. Перевага електрогідравлічного способу полягає також у відсутності вибухової хвилі, розльоту осколків і небезпеки для працюючих поблизу людей і встановленого обладнання.

#### **4.3. Способи влаштування прорізів, отворів і розділення частин конструкцій**

Для влаштування прорізів й отворів в різних конструкціях і для поділу частин конструкції при їх розбиранні застосовують такі способи: ручний, механічний, газокисневого різання, електродуговий, термічний, гідро руйнування, лазерний і плазмовий.

Влаштування прорізів й отворів вручну із застосуванням найпростіших інструментів (кувалд, молотків, кирок, ломів, сокир та ін.) можливо при невеликих обсягах робіт.

При механічному способі використовують пневмо- та електросверлільні машини, пневмо- та електромолотки, перфоратори, установки з фрезерними і гладкими дисками з абразивних матеріалів.

Для свердління отворів діаметром до 9 мм в сталях середньої твердості, пластмасі, деревині, цеглі й бетоні рекомендується застосовувати ручні свердлильні електричні машини типу ІЕ-1026А, для свердління отворів

діаметром до 25 мм в залізобетоні, цеглі - машини типу ІЕ-1029 з самонарізними кільцевими свердлами.

Верстати алмазного свердління використовують для влаштування прорізів в залізобетонних стінах і перекриттях та в інших конструкціях (рис. 4.17, 4.18).

Алмазне свердління відбувається в наступному порядку:

- за допомогою механізму подачі свердло підводять на відстань 10...15 мм від площини свердління;
- вісь свердла поєднують з віссю інструментальної розбивки отвору;
- встановлюють оптимальну подачу води в межах 5-6 л в 1 хв;
- включають електродвигун, за допомогою механізму подачі свердло плавно вривається в бетон на глибину 3...5 мм, і при постійній кількості обертів зусиллями ручної подачі проводиться свердління на всю глибину.



**Рис. 4.17. Розширення отвору з використанням технології алмазного різання**



**Рис. 4.18. Свердління бетону з використанням технології алмазного різання**

Для утворення отвору розміром 2 x 3 м роблять три ділянки розміром 2 x 1 м для зручності транспортування, блоків що розрізають. Свердління отворів на кожній ділянці виконується наступним чином: спочатку проводиться нижній рез, потім бічні та верхній.

Верхній блок стропят двома універсальними стропами вантажопідйомністю 2 т, нижні - захоплювачем конструкції Шілтенко типу РШ-2.

Для буріння отворів діаметром 16 мм в цегляній кладці й бетоні використовують ручні електричні перфоратори.

Для влаштування борозен в залізобетоні, бетоні й цегляній кладці слід застосовувати ручні електричні борозноділи, здатні прорізати за один прохід паз шириною 7 мм та глибиною 20 мм. Для цих робіт можуть бути також використані ручні електричні перфоратори.

**При способі термічного різання бетону та залізобетону** (так званий кисневий спосіб) сталеву трубу діаметром 17...20 мм, заповнену сталевими прутами, приєднують за допомогою гнучкого армованого рукава до балону з киснем. Потім кінець труби раскалівають до червоного, після чого в неї подають кисень. При цьому залізо горить в кисні й плавить бетон, а шлак видувається з отвору надлишками кисню.

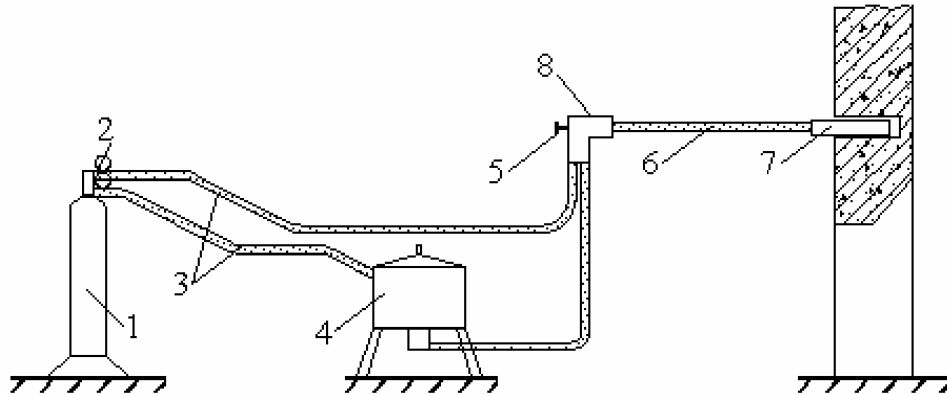
Кисневим списом рекомендується різати горизонтальні та висхідні вертикальні отвори і штраби, так як шлак в цих випадках видаляється безперешкодно. Цей спосіб може бути застосований для різання бетону під водою.

Для пробивання отворів діаметром 50...160 мм в збірних залізобетонних конструкціях рекомендується застосовувати пересувні електричні верстати. Верстати дозволяють свердлити отвори вертикально, горизонтально, а також під кутом в монолітних бетонних підлогах, перекриттях, бетонних і цегляних стінах і перегородках з допомогою алмазних свердел.

Для різання бетону та залізобетону може також застосовуватися термитно-киснева установка (рис. 4.19).

При надходженні кисню в насадку у живильника ежектує мелкодисперсная суміш залізного і алюмінієвого порошоків терміту (80% залізного порошку марки ПЖЕ і 70% алюмінієвого порошку - АПВ). На виході з насадки суміш підпалюється за допомогою відкритого вогню (паяльної

лампи). Під впливом високотемпературного факелу (на відстані 30...100 мм від кінця насадки температура досягає близько 3500...4000 °С) поверхня бетону плавиться, за рахунок чого відбувається процес різання (пропалювання).



**Рис. 4.19.** Схема термитно-кисневої установки для різання бетону та залізобетону:

- 1 – кисневий балон; 2 – редуктор; 3 – рукава; 4 – живильник терміту; 5 – вентиль;  
6 – трубоутримувач; 7 – пальник; 8 – змішувач

Різка колон і балок проводиться методом послідовного проплавлення отворів діаметром 35 мм (колон - в горизонтальному напрямку, балок - від низу до верху).

Для відділення верхніх частин паль, руйнування і розбирання інших лінійнопротяжних елементів рекомендується застосовувати спеціальний пристрій УРГС, що є навісним обладнанням для екскаваторів, тракторів та інших машин, які мають вантажопідйомні механізми й гідравлічний привід.

#### **4.4. Безпека праці при розбиранні й обвалення конструкцій**

Заходи з безпеки праці під час виконання робіт з руйнування матеріалу конструкцій в умовах реконструкції об'єктів будівництва розробляють в складі проекту організації будівництва (ПОБ) і ПВР. Їх погоджують з керівниками цехів і виробництв, на території яких ведуться роботи. Загальне керівництво по їх розробці та контроль виконання будівельних робіт здійснює генпідрядна будівельна організація, а по цеховим заходам - керівництво підприємства.

Перед початком робіт в діючому цеху повинен бути складений акт-допуск, підписаний відповідальним Виконавцем і начальником цеху, в якому визначається ділянку цеху для руйнування і розбирання будівельних конструкцій і заходи, що забезпечують безпеку виконання робіт.

У ПВР при технологічних картах на руйнування матеріалу розбираємих будівельних конструкцій повинні бути передбачені заходи проти раптового обвалення конструкцій або їх елементів та по забезпеченню стійкості конструктивних елементів, які залишаються, або їх частин. Одночасне виконання робіт в двох і більше ярусах по одній вертикалі без наявності спеціальних захисних засобів не допускається. Демонтовані елементи і конструкції повинні складуватися в стійкому положенні.

При руйнуванні конструкцій або конструктивних елементів з штучних матеріалів за допомогою сталевого каната, механізму з штовхачем або кулі, підвішеної до канатної тязі, а також при навмисному обвалі необхідно завчасно сповіщати всіх працюючих на ділянці і видаляти їх на безпечну відстань.

При руйнуванні матеріалу розбираємих будівельних конструкцій засобами механічного впливу необхідно керуватися: при роботі з електроінструментом правил улаштування електроустановок, правилами технічної експлуатації (ПТЕ) електроустановок споживачів, правилами техніки безпеки (ПТБ) при експлуатації електроустановок; при використанні ручних пневматичних машин й інструментів.

Для забезпечення безпеки виробництва робіт по руйнуванню матеріалу розбираємо будівельних конструкцій засобами механічного, термічного і вибухового впливу необхідно дотримуватися певних умов.

Одним з важливих моментів успішної роботи в умовах обмеженого простору є підбір і психологічна підготовка людей. Робітники повинні чітко уявляти собі складність заданого технологічного процесу, усвідомлювати особисту відповідальність за виконання доручених операцій і знати наслідки допущених помилок. При підготовці робітників до розбирання і руйнування в особливо відповідальних випадках доцільно «програти» той чи інший технологічний процес безпосередньо на майданчику.

Для запобігання або зменшення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів при реконструкції підприємств застосовують засоби колективного та індивідуального захисту.

При розбиранні і руйнуванні конструкцій, транспортуванні та розвантаженні сипучих матеріалів вручну та ін., тобто при роботах, пов'язаних із значним пилоутворенням, а також при короткочасних роботах в аварійній ситуації, коли дуже складно зменшити шкідливі виділення до допустимих рівнів, необхідно користуватися засобами індивідуального захисту і вживати термінових заходів щодо нормалізації складу повітря в робочій зоні.

Для захисту органів дихання від вапняного та азбестового пилу слід використовувати респіратор РП-16, від нетоксичного пилу - РПП-1 і ПРБ-5. Респіратор фільтруючої дії ЩБ-1 «Лепесток» застосовують при наявності в повітрі радіоактивних, токсичних, бактеріальних аерозолів, силікатної, металургійної, вугільної, цементної та іншого пилу. Для захисту від рослинного пилу (бавовняної, прядив'яної, деревної, тютюнової, борошняний, вугільної), металевої (залізної, сталевий, чавунній, мідної тощо), мінеральної (цементної, скляної, вапняної та ін.) користуються респіратором У- 2к.

Для захисту очей від виробничого пилу надягають захисні окуляри.

В умовах діючого підприємства робітники-будівельники часто піддаються впливу шуму та вібрації, джерелом якої є працююче технологічне обладнання цехів і механізми.

Для боротьби з шумом застосовують засоби індивідуального захисту: заглушки з еластичних вушних вкладишів; навушники; шоломофони і протишумні каски(зниження рівня шуму до 15...30 дБ).

При неможливості або недоцільності влаштування захисних огорожень робочих місць на висоті більше 1 м робітники повинні бути забезпечені запобіжними поясами безпеки.

При руйнуванні окремих конструкцій і цілком будівель і споруд з використанням вибуху виникає небезпека ураження знаходяться в цій зоні людей, механізмів і споруд дією ударної хвилі, осколками і уламками руйнується матеріалу. Тому істотним чинником безпеки проведення підривних робіт є визначення відстаней, на яких вибух тієї чи іншої кількості ВР при

обраному способі ведення робіт цілком безпечний для людей або споруд. Ці відстані не повинні бути менше регламентованих правилами безпеки. Визначені розрахунком розміри і форма небезпечної зони повинні бути позначені покажчиками.

Для зменшення радіусу розльоту осколків, коли роботи проводять поблизу обладнання, а також всередині приміщень, застосовують заряди розпушування з мінімально можливою питомою витратою ВР, високоякісну забойку, гідровзриваніє, різного роду укриття. Вкривають руйнуємий об'єкт з метою обмеження зони розльоту осколків, так і захисту персоналу. По конструкції розрізняють суцільні непроникні укриття (з металевих листів, рублених і повстяних матів тощо) і переривчасті укриття (у вигляді матів з якірних ланцюгів, скріплених між собою металевими кільцями). Вибухові роботи повинні здійснюватися відповідно до «Єдиних правил безпеки при вибухових роботах».

При роботах, пов'язаних з небезпекою ураження електричним струмом, застосовують захисні засоби відповідно до правил експлуатації електроінструментів і машин. Електроінструмент, переносні електричні лампи, понижуючі трансформатори і перетворювачі частоти струму при видачі працюючим перевіряють на відсутність замикання на корпус, справність заземлювального проводу та ізоляції живильних проводів.

У реконструйованих приміщеннях, що належать до особливо небезпечних і підвищено небезпечним, а також на території діючого підприємства, застосовуваний електроінструмент повинен працювати від мережі з напругою не вище 42 В.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки, а також поза приміщеннями при відсутності підвищеної небезпеки для ураження людей електричним струмом можна працювати електроінструментом від мережі з напругою 127/220 В з обов'язковим використанням засобів індивідуального захисту.

### Питання для самоконтролю

1. Якими способами може здійснюватися розбирання будівельних конструкцій ?
2. Які технологічні особливості розбирання покрівельних покриттів ?
3. Опишіть технологію розбирання перекриттів по металевих балках з цегляним заповненням у вигляді склепінь.
4. Перерахуйте машини, механізми та інструменти, які використовуються для розбирання цегляних стін.
5. Назвіть способи і послідовність розбирання цегляних стін ?
6. Яка область застосування гідравлічних ножиць, гідравлічних розколювачів, гідравлічних відбійних молотків?
7. Назвіть методи виконання вибухових робіт при руйнуванні будівельних конструкцій.
8. Назвіть і опишіть способи влаштування отворів в залізобетонних стінах.
9. Які заходи щодо забезпечення безпеки повинні бути відображені в технологічних картах на руйнування будівельних конструкцій ?

## **Тема 5. ТЕХНОЛОГІЇ ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА**

### **5.1. Способи закріплення ґрунтів основ в умовах реконструкції**

Вибір технології підсилення основ та фундаментів залежить від ряду факторів:

- характер та існуючих властивостей ґрунтових на шарувань, розташування і потужність товщ, по глибині й в плані під прямою забудови, які вимагають поліпшення властивостей;
- вид споруджуваного об'єкту, інтенсивність діючих навантажень, їх характер і динаміка впливів;
- допустимі деформації (загальні та нерівномірні осідання);
- характер навколишньої забудови;
- доступність використовуваних матеріалів (можливості використання місцевих) і наявність обладнання для виконання робіт щодо поліпшення властивостей ґрунтів;
- наявність підрядної організації, що освоїла або здатна освоїти технологію виконання відповідних робіт;
- наявність місцевого досвіду;
- пора року під час виконання робіт та їх тривалість;
- переваги конкретного рішення перед альтернативними, що забезпечують досягнення вимог проекту;
- прийнятність прийнятого рішення виходячи з екологічних вимог, необхідності економії енергоресурсів, забезпечення мінімальної шкоди існуючим будівлям і підземних комунікацій, високих економічних показників при доступності та максимальної простоті виконання робіт.

Роботи по закріпленню основ фундаментів на реконструйованому об'єкті необхідно виконувати тільки відповідно до розробленого проекту виконання робіт (ПВР). У ПВР повинні бути визначені можливі шляхи доставки в робочу зону обладнання, пристосувань, матеріалів, способи захисту обладнання від пошкодження в процесі виробництва робіт, джерела енергопостачання, місця і способи їх підключення, вказують заходи щодо безпечного ведення робіт в умовах діючого підприємства. Особливу увагу слід приділити розділу «Послідовність (черговість) і терміни виконання робіт».

В умовах реконструкції широке застосування знаходять хімічні способи закріплення ґрунтів основ фундаментів: одно- і дво розчинна силікатизація, електро- і газосилікатизація, термічне закріплення, смолізація та ін. [1, 2, 5].

До переваг хімічних способів належать:

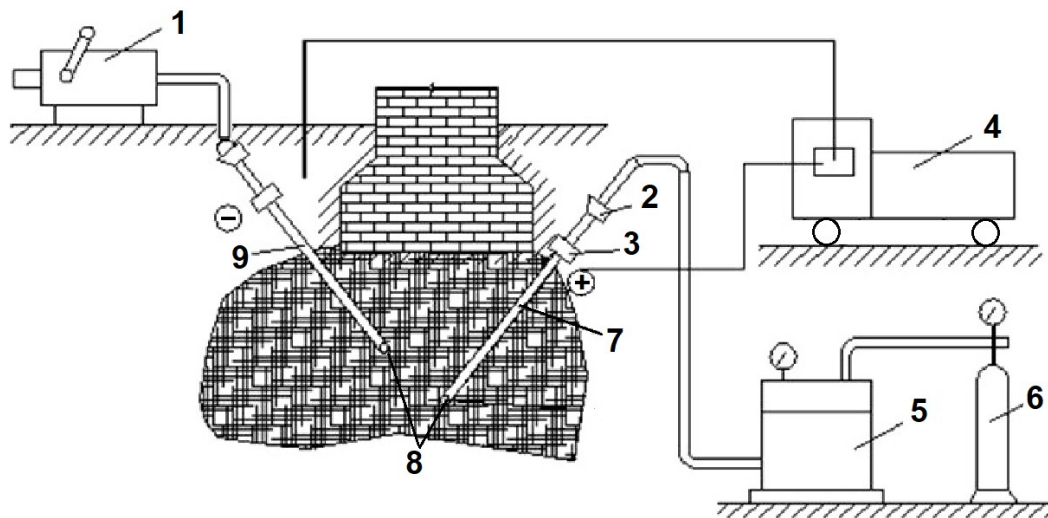
- висока ступінь механізації всіх операцій;
- можливість зміцнення ґрунтів до заданих проектом параметрів в їх природному заляганні;
- порівняно мала трудомісткість, різке скорочення ручної некваліфікованої праці по відкопування траншей;
- порівняно невисока вартість вихідних матеріалів.

Перед здійсненням робіт по закріпленню ґрунтів основ фундаментів необхідно виконати підготовчі роботи: руйнування і видалення бетонної підготовки під підлоги в місцях буріння розвідувальних свердловин (при необхідності - свердловин під ін'єктори) і в місцях забивання ін'єкторів.

Силікатизації полягає в тому, що в ґрунт нагнітається попередньо підготовлена композиція з гелеутворюючої основи (рідкого скла) і затверджувача. При невисокій в'язкості суміші вона може нагнитися навіть в слабофільтруючі піщані ґрунти (з коефіцієнтом фільтрації 1...5 м / доб).

Розчини нагнітають через забиті в ґрунт ін'єктори, що представляють собою товстостінні металеві труби діаметром 18...38 мм з товщиною стінок не менше 5 мм.

Ін'єктори (електроди) забивають в ґрунт пневматичними молотками через 0,6...0,8 м. Використання пневматичних молотків дає можливість обійтися без громіздкого копрового обладнання, що особливо зручно при роботі в обмежених умовах існуючих споруд. У ґрунт розчини нагнітають плунжерними насосами. Можуть бути використані розчинонасоси і пневматичні установки, що представляють собою циліндричну ємність, розраховану на тиск до 0,8 МПа. Витрата електроенергії становить 60...100 кВт / м ґрунту (рис. 5.1).



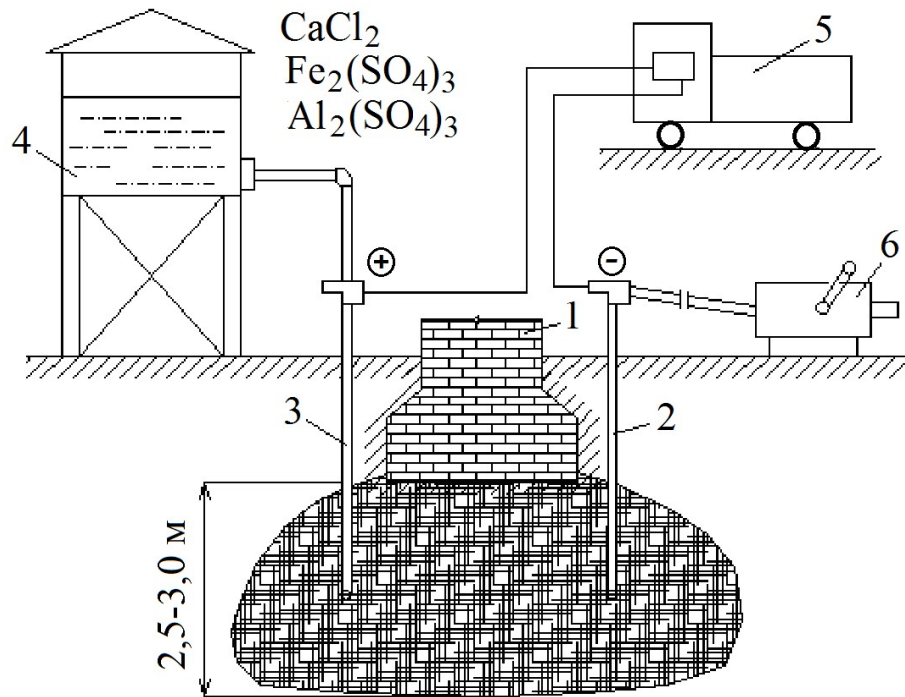
**Рис. 5.1. Схема силікатизації ґрунтів:**

- 1 – насос для відкачування води з катода; 2 – наголовник; 3 – ніпель;  
 4 – генератор постійного струму; 5 – бак з розчином; 6 – балон зі стисненим повітрям;  
 7 – перфорована частина ін'єктора; 8 – наконечник ін'єктора; 9 – додатковий ін'єктор

У розвиток викладеної вище була розроблена технологія, що названа газовою силікатизацією. Суть методу полягає в тому, що в ґрунт якій закріплюється спочатку (під тиском до 0,2 МПа) вводять вуглекислий газ з метою активації поверхні мінеральних часток, а потім додають розчин рідкого скла з густиною 1,19 ... 1,30 г/см<sup>3</sup> (в залежності від водопроникності ґрунту). Газова силікатизація, на жаль, мало розширює межі застосовності способу, її застосування обмежується піщаними ґрунтами з коефіцієнтом фільтрації до 0,5 м/сут.

Метод електросилікатизації (рис. 5.2) полягає в тому, що одночасно з нагнітанням в слабофільтруючі ґрунти однорозчинної гелеутворюючого

суміші на основі силікату натрію на ін'єктори подається напруга від джерела постійного струму. Витрати електроенергії складають зазвичай до 30 кВт на 1 м закріпленого ґрунту. Витрати розчинів така ж, як при звичайній силікатизації.



**Рис. 5.2. Схема електрохімічного закріплення ґрунтів:**

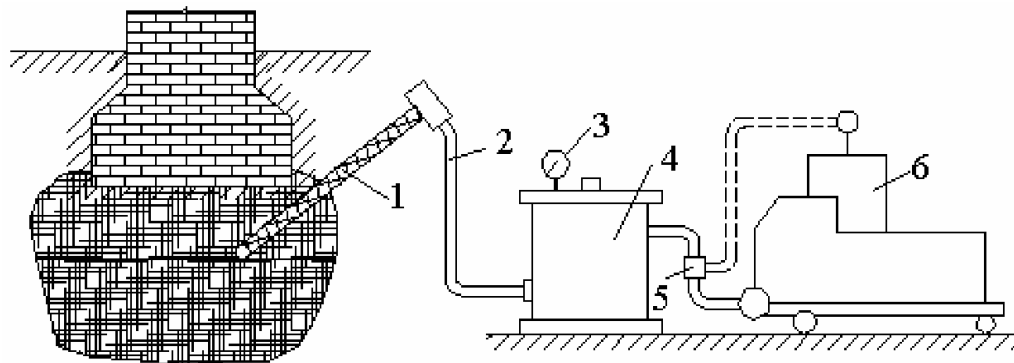
1 – фундамент; 2 – катод; 3 – анод; 4 – бак для розчину;  
5 – генератор постійного струму; 6 – насос для відкачування води з катода

Ґрунти, закріплені методом електросилікатизації, набувають не тільки міцність, але і водостійкість, наприклад, зразки ґрунту, що пролежали у воді 50 сут, повністю зберегли свою первинну форму і були видалені з води без будь-яких ознак руйнування.

Двохрестворну силікатизацію застосовують для закріплення середньо- й крупнозернистих пісків. Недоліком двухрестворного способу закріплення пісків є нагнітання кожного розчину окремим насосом. Дрібні та пилюваті піски з коефіцієнтом фільтрації від 0,5 до 5 м/добу закріплюють складними розчинами (однорозчинний спосіб).

Сутність закріплення ґрунтів основи карбамідними смолами полягає в нагнітанні в ґрунт через ін'єктори гелеутворюючого розчину, отриманого

шляхом змішування 25% водного розчину карбамідної смоли з 2...5% розчином соляної кислоти (рис. 5.3).



**Рис. 5.3. Схема смолізації ґрунтів:**

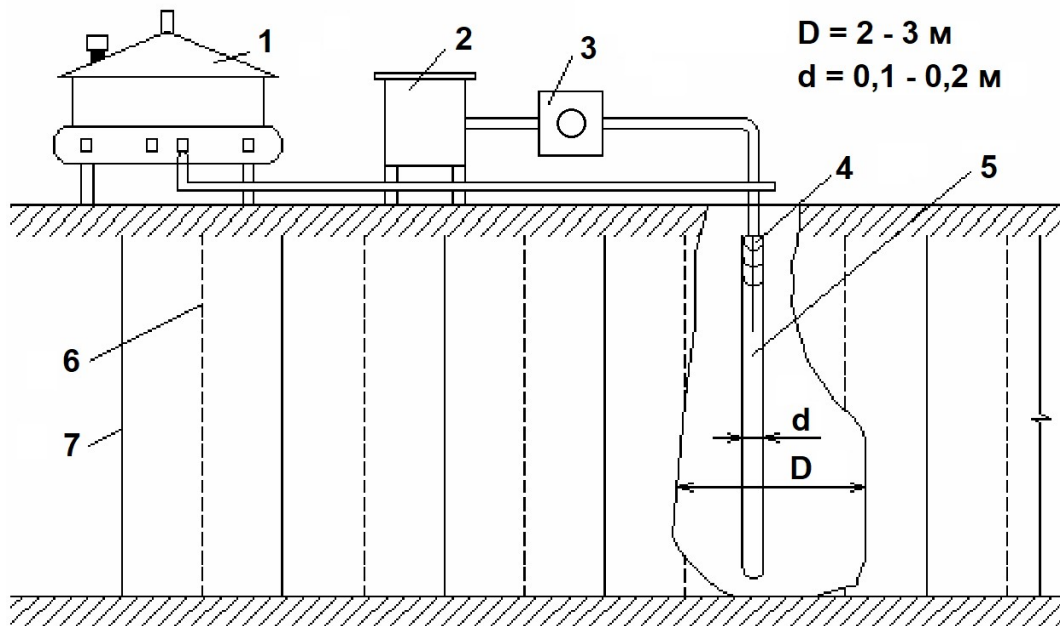
1 – ін'єктор; 2 – робочий шланг; 3 – манометр;  
4 – робочий бачок; 5 – корковий кран; 6 – компресор або балон зі стисненим повітрям

Карбамідну смолу рекомендується застосовувати для закріплення піщаних ґрунтів, що мають коефіцієнт фільтрації 0,25...4 м/добу при утриманні в ґрунті глинистих частинок не більше 3% та рН водної витяжки менше 7,5%. Міцність закріплених ґрунтів в залежності від концентрації розчину і використовуваного затверджувача становить 1,18 МПа.

Термічне закріплення (випал) лесових ґрунтів полягає в спалюванні рідкого або газоподібного палива в пробуреній свердловині, яку герметично закривають зверху (рис. 5.4).

У вході в свердловину вставляють форсунку, через яку подають пальне і повітря під тиском 0,015...0,05 МПа. Повітря що надходить в свердловину підтримує горіння. У свердловинах постійно підтримується температура 800...1000°C, що не доходить до межі температури плавлення ґрунту. Гаряче повітря проникає через ґрунт і обпікає його. Ґрунт стає водостійким і міцність його підвищується до 2 МПа.

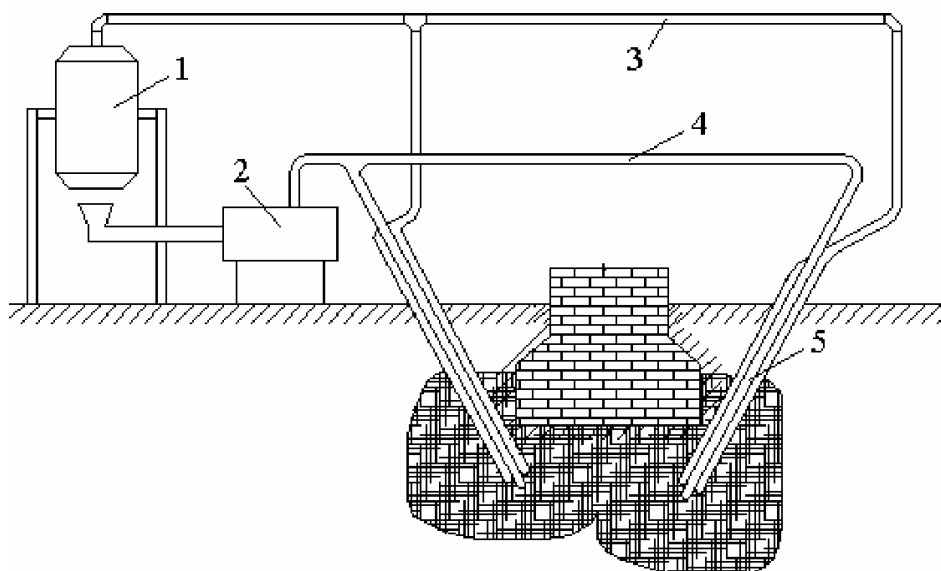
До недоліків способу слід віднести тривалість безперервного процесу випалу (до 2...12 діб) і негативний вплив високих температур на підземні конструкції і комунікації.



**Рис. 5.4. Схема термічного закріплення ґрунтів:**

1 – компресор; 2 – бак для рідкого палива; 3 – паливний насос; 4 – форсунки;  
5 – свердловина; 6 – не просідаючий ґрунт; 7 – просідаючий ґрунт

Цілком безпечним з точки зору впливу на навколишнє середовище є закріплення ґрунтів з використанням портландцементу. Як відомо, затверділий портландцемент складається в основному з гідросилікату кальцію, практично нерозчинного у воді. Цементний розчин нагнітають в ґрунт через ін'єктори під тиском  $0,3...0,6 \text{ МН/м}^2$  (рис. 5.5).



**Рис. 5.5. Схема цементації ґрунтів:**

1 – розчинозмішувачі; 2 – насос для подачі цементу; 3 – зворотний трубопровід;  
4 – напірний трубопровід; 5 – ін'єктори

Суміші типу «Актізол», до складу яких входять: цемент, бентоніт, силікатна та мінеральна добавки, - вважаються найбільш ефективними. Застосування таких сумішей використовується для зміцнення алювіальних (наносних) ґрунтів та влаштування надійних протифільтраційних завіс. Основними перевагами суміші є відсутність забруднення навколишнього середовища, можливість використання багатьох типів цементу, висока рухливість при короткому часу схоплювання.

## **5.2. Технологія підсилення фундаментів неглибокого і глибокого закладення**

До найбільш поширених методів посилення існуючих фундаментів і варіантів їх здійснення відносяться [2, 5, 8, 9, 21]:

1. Зміцнення тіла фундаменту за рахунок влаштування залізобетонних обойм, зміцнення кладки шляхом штукатурення або створення захисного цементно-кам'яного кожуха по бічних поверхнях та під подошвою фундаменту за рахунок контактної фільтрації при закачуванні розчину через похилі свердловини, або закладення тріщин і незаповнених зв'язуючим швів при закачуванні цементного розчину через трубки що занурюються в шви. Даний метод застосовується при поганому стані кладки, як правило, незалежно від властивостей ґрунту підстави.

2. Збільшення розмірів фундаментів мілкового закладення і підводка під них нових конструктивних елементів:

- зі збільшенням опорної площі фундаментів без зміни глибини закладення шляхом влаштування по периметру їх подошов припливів з бетону і монолітного або збірного залізобетону;

- зі збільшенням глибини залягання.

3. Обмеження бокового розпору ґрунту навколо стовпчастих фундаментів шляхом занурення круглого (з двох півкілець) або квадратного і прямокутного (з двох коробчатих елементів) опускних колодязів нижче позначки подошви.

4. Підсилення фундаментів з передачею навантажень на додаткові фундаментні конструкції глибокого закладення (палі та ін.):

- наявні по сторонам вертикальні (іноді в поєднанні з похилими) набивні палі, задавлюють труби або бурюін'єкційні палі з передачею на них навантажень через консольні елементи з прокатних металевих профілів або притискні ростверки;

- похилі бурюін'єкційні палі, пересічні нижче підшов існуючих фундаментів або віялоподібно розходяться під ними, а часом і пронизують тіло самих існуючих фундаментних конструкцій;

- розміщуються з одного боку від існуючого фундаменту вертикальні й похилі палі у вигляді козлової системи з передачею навантаження на ростверк, що підводиться під посилений фундамент або притиснутий до нього;

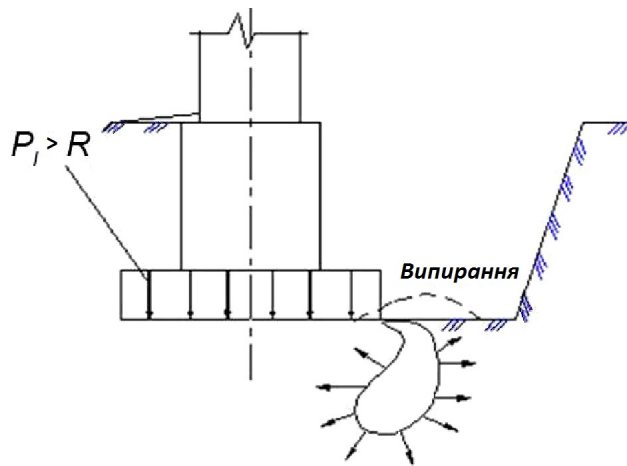
- опори, які влаштовують під існуючими фундаментами за допомогою струменевої технології;

- секційні палі по типу «Мега», вдавлюють гідравлічними домкратами вантажопідйомністю відповідно до необхідної несучої здатності палі що підводяться.

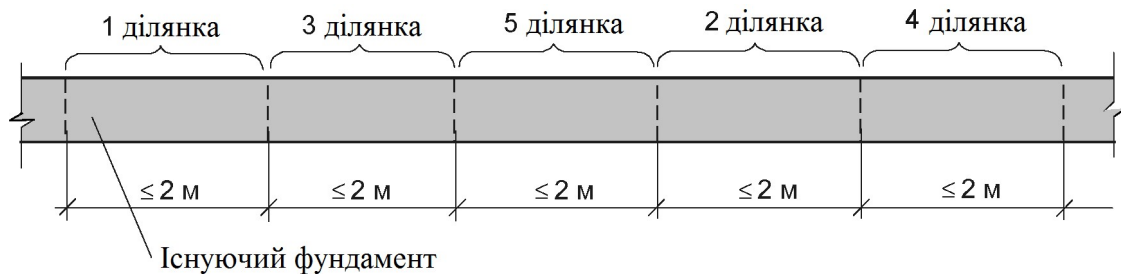
5. Підвищення міцності фундаментів на продавлювання за рахунок закачування під їх підшови цементного розчину через просвердлені в кладці отвори і створення жорстких цементно-кам'яних опорних елементів.

Технологія виконання робіт з підсилення фундаментів повинна забезпечувати безпеку виконання робіт і збереження об'єкту що реконструюється. З цієї точки зору особливу складність представляють методи посилення, пов'язані зі збільшенням опорної площі фундаментів зі збільшенням глибини залягання. Посилення основ і фундаментів, як правило, проводиться в тому випадку, коли ґрунти перевантажені, тобто під краями фундаментів є розвинені зони пластичних деформацій. При розтині таких фундаментів (навіть локальних) до рівня підшови може статися випирання ґрунту в траншею або шурф (рис. 5.6.)

Класична схема виробництва робіт передбачає риття шурфів або траншей вздовж існуючих фундаментів і поглиблення основ на нову проектну відмітку по захватках (ділянках) (рис. 5.7) [21].



**Рис. 5.6. Можливе випирання ґрунту при відкопуванні траншеї до рівня підшви існуючого фундаменту**



**Рис. 5.7. Схема розбивки на ділянки підсилюємого стрічкового фундаменту при його переаглибленні бетонуванням**

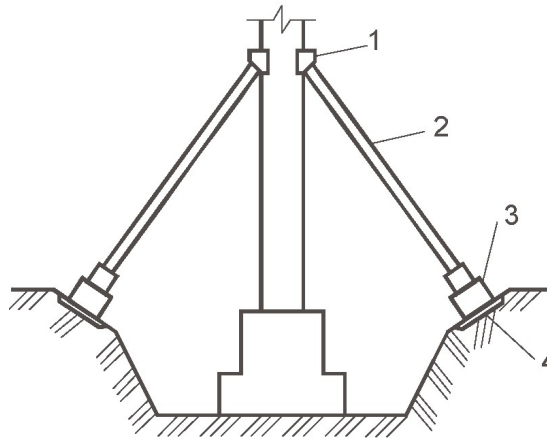
Відстані між відритими шурфами для стрічкових фундаментів в сипучих ґрунтах повинні становити не менше двох, а в глинистих - півтори їх висоти від дна до низу фундаменту.

Додаткове шурфування і влаштування фундаментів в зазорах між влаштованими раніше може проводитися тільки після набору останніми проектною міцності.

У разі збільшення глибини закладення окремо стоячих стовпчастих фундаментів «саперним» способом при виробництві робіт повинна проводитися послідовна відбивка шурфів та їх бетонування секціями симетрично щодо осі. При цьому стовпи або колони, що спираються на ці фундаменти, до завершення робіт по підведенню нових елементів і включення їх у роботу повинні вивішуватися з опертям на тимчасові опори або підкоси (рис. 5.8.) [1, 3, 21].

Підсилення фундаментів з передачею навантажень на секційні палі «Мега» набули поширення в Швеції та Фінляндії. Вони були широко

використані для посилення основ і фундаментів в Стокгольмі й Гельсінкі. У ряді випадків палі підводили безпосередньо під фундамент.



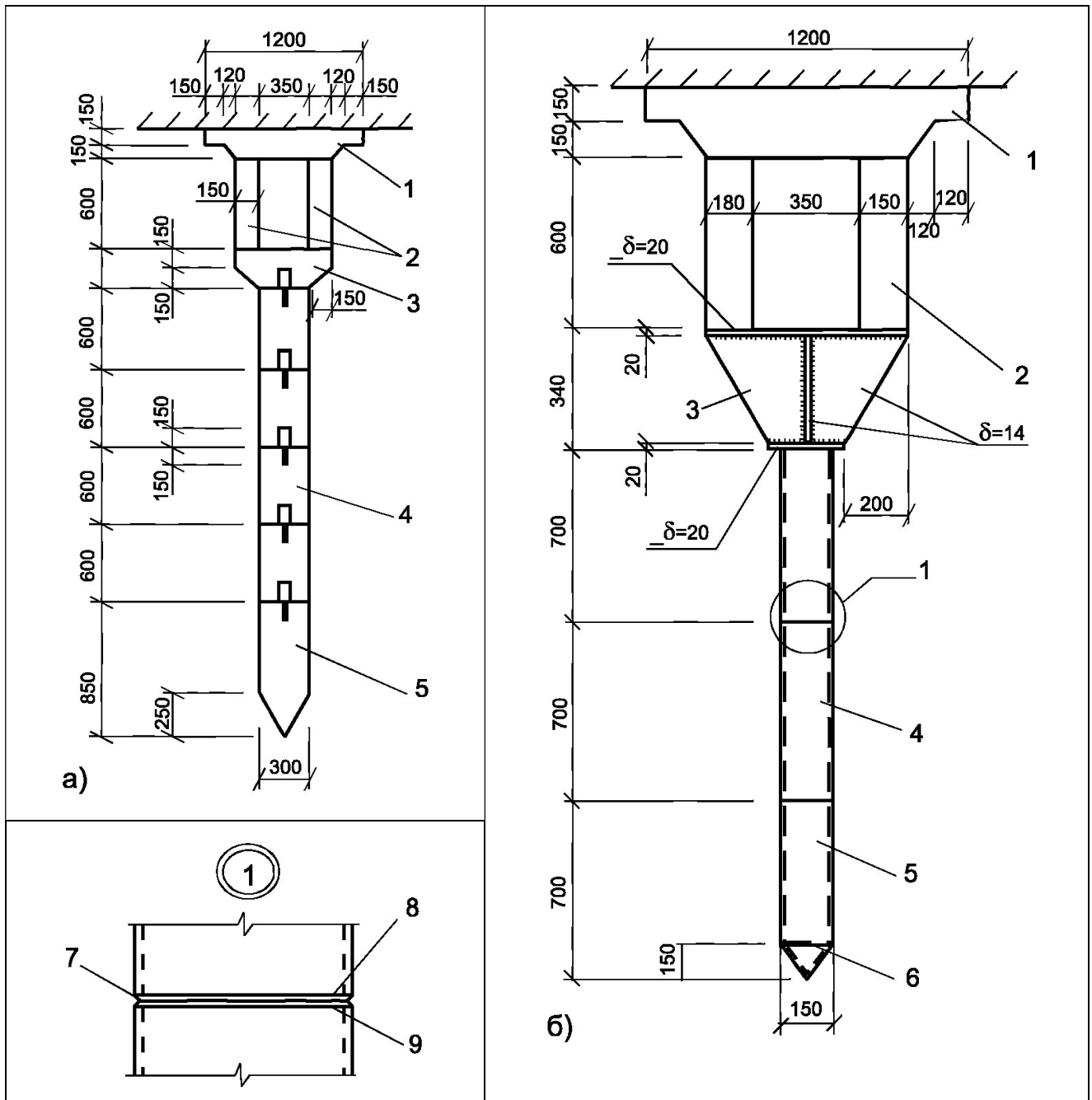
**Рис. 5.8. Схема тимчасового кріплення стіни або колони при розробці ґрунту навколо фундаменту:**

1 – розподільна балка; 2 – підкоси; 3 – домкрат; 4 – розподільна плита

Палі «Мега» використовують круглого або квадратного перетину, металеві та залізобетонні, маса елемента до 100 кг і довжиною 600...700 мм, що дозволяє легко переміщати їх перекочування по майданчику (рис. 5.9) [17].

Послідовність робіт по вдавленню паль наступна (рис. 5.10). Нижній перший елемент із загостреним наконечником (в слабких ґрунтах без загострення) занурюється домкратом. Як упор служить розподільна залізобетонна балка. Нарощування збірних стикованих елементів виробляють до тих пір, поки вістря не досягне щільних ґрунтів, що забезпечить необхідну несучу здатність системи "основа-фундамент" в цілому. Останнім встановлюють головний елемент, площа поперечного перерізу якого багато більше площі поперечного перерізу палі. Після занурення палі до проектної позначки під навантаженням, яке перевищує розрахункове в 1,5...1,8 рази, її заклинивають спеціальними стійками. Сійки встановлюють між розподільною балкою й оголовком палі, а отриманий отвір заповнюють бетоном.

Недоліком технологічних прийомів посилення основ і фундаментів вдавленням паль є великий обсяг земляних робіт. При цьому розтин шурфом (траншеєю) перевантаженого фундаменту до його подошви небезпечно, а в умовах слабких ґрунтів при високому рівні підземних вод - малореально. Крім цього, вдавлення паль може привести до розструктурування (перем'яття) слабого глинистого ґрунту.



**Рис. 5.9. Конструкції палі «МЕГА»:**

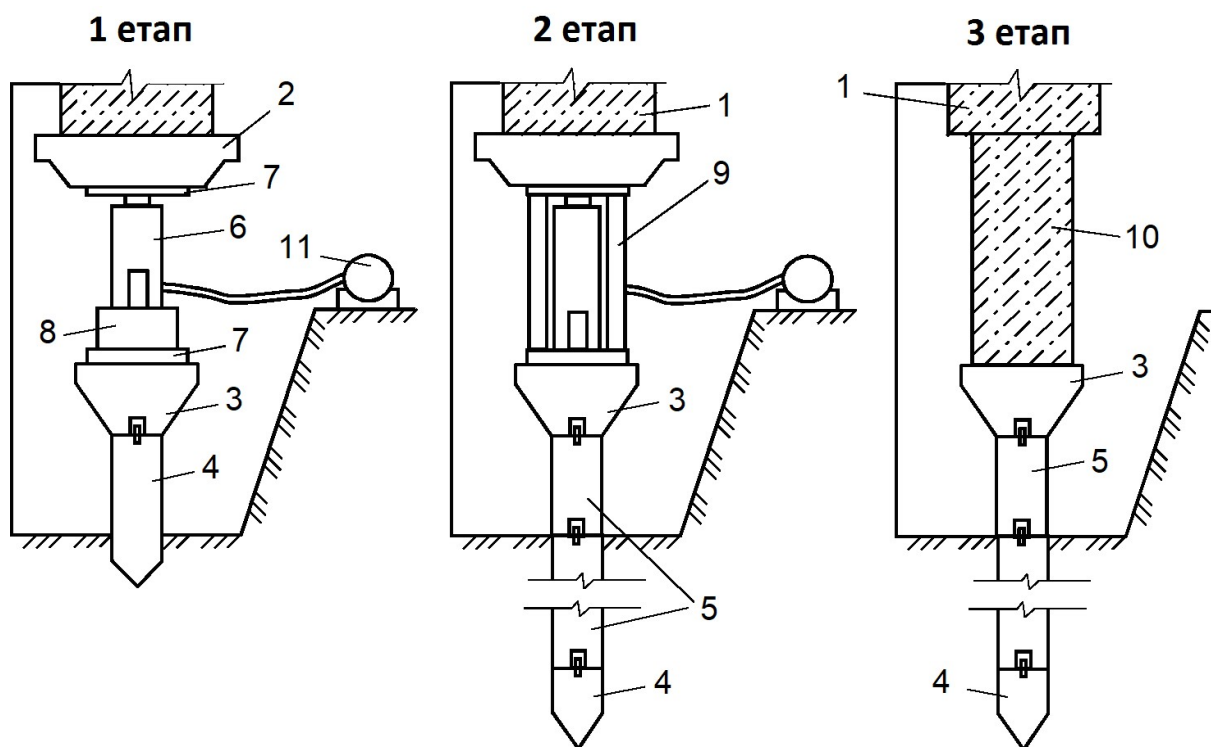
а – палі залізобетонні; б – палі з металевих труб;

1 – залізобетонний розподільний елемент; 2 – підпора; 3 – головний елемент;

4 – рядовий елемент; 5 – нижній елемент; 6 – заглушка; 7 – фрезеровані торці;

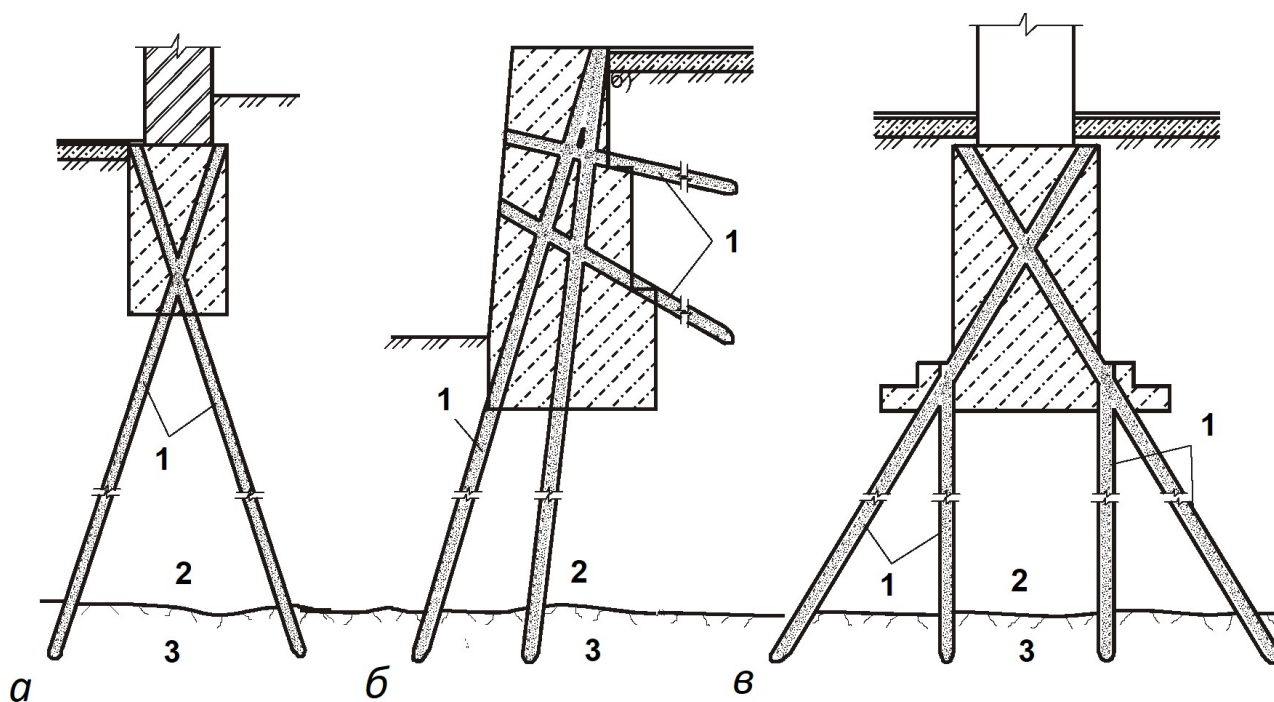
8 – зварювання по контуру; 9 – фаска яка знімається по контуру труби

В останні 30 років в практиці посилення фундаментів все ширше використовують бурін'єкційні палі як вертикального, так і похилого типів (рис. 5.11) [21].



**Рис. 5.10. Етапи робіт з підсилення фундаментів палями типу «МЕГА»:**

1 – існуючий фундамент; 2 – розподільний елемент; 3, 4, 5 – головний, нижній та рядовий елементи палі; 6 – домкрат; 7 – сталеві пластини; 8 – підкладки; 9 – підпірки; 10 – розподільна балка; 11 – гидронасос



**Рис. 5.11. Підсилення фундаментних конструкцій буройн'єкційними палями:**

а – стрічкових; б – підпірних стін; в – стовпчастих;  
1 – буройн'єкційні палі; 2 – слабкий ґрунт; 3 – міцний ґрунт

Основні переваги палів:

1. Повністю виключаються ручні земляні роботи. Буріння свердловин ведеться безпосередньо через фундамент, не зачіпаючи комунікацій, що проходять біля будівель і в підвалах.

2. Використовуючи малогабаритне обладнання, можна вести роботи з підвалу висотою 2,0 ... 2,5 м. У разі необхідності роботи можна вести з першого поверху будівлі.

3. Зовсім не змінюється зовнішній вигляд конструкції, що важливо при роботі на пам'ятках архітектури.

4. Можна вести роботи на діючих підприємствах без зупинки виробничого процесу.

5. Витрати ручної праці на всіх технологічних операціях мінімальні; спосіб економічний, з низькою витратою матеріалів.

6. Очевидна екологічна чистота способу в порівнянні з хімічними методами закріплення, що важливо в умовах жорсткого екологічного контролю.

До недоліків палів можна віднести наступне [10]:

1. Недостатня вивченість роботи тонких палів в слабких ґрунтах.

2. Низька несуча здатність завдяки невеликому діаметру палів та, відповідно, малої бічної поверхні й площі вістря.

3. Складність надійного закріплення голови палів в разі старого фундаменту, який в подальшому має працювати як ростверк. Відсутність відповідного розрахунку.

4. Невизначеність у формуванні необхідного діаметра при влаштуванні палів в слабких ґрунтах.

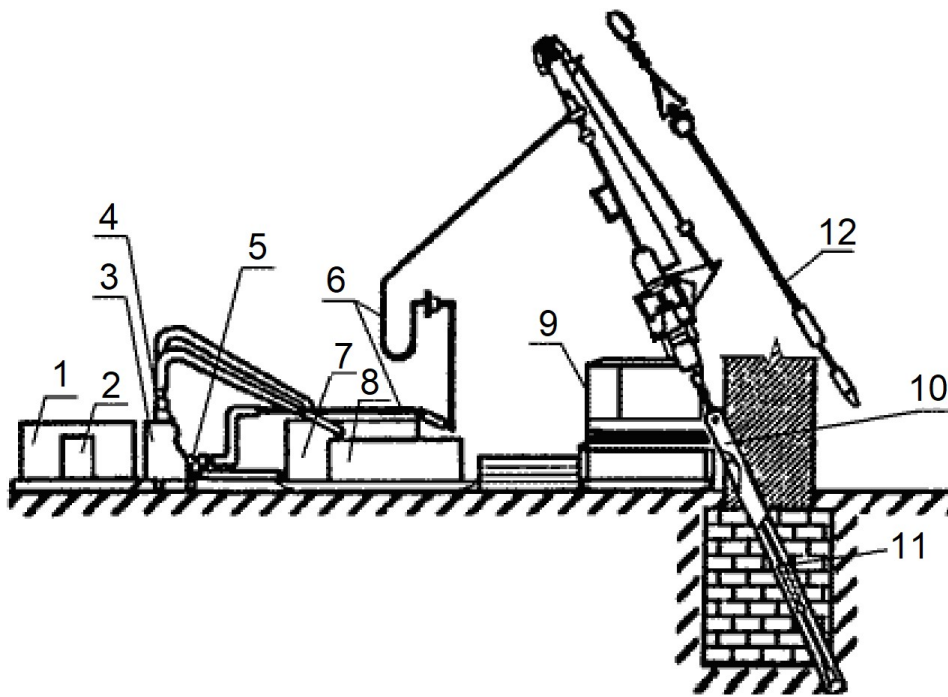
5. Неможливість влаштування стовбура палів з важкого бетону (свердловину малого діаметра можна заповнити тільки цементними розчинами).

Буроін'єкційний комплекс з малогабаритним буровим верстатом представлено на рис. 5.12.

Технологічний цикл влаштування палів включає:

- буріння кладки фундаменту, встановлення труби-кондуктора та її тампонування;

- буріння свердловини до проектної позначки під захистом обсадної труби або під глинистим розчином;



**Рис. 5.12. Буроін'єкційні комплекс в процесі виготовлення палі:**

- 1 – ємність для цементного розчину; 2 – глиномішалку; 3 – мірний бак;  
 4 – розчинний насос; 5 – промивний насос; 6 – нагнітальний трубопровід;  
 7 – ємність для глиняного розчину; 8 – шламівідділювач; 9 – буровий верстат;  
 10 – кондуктор; 11 – буровий інструмент; 12 – бурильна труба

- заповнення свердловини твердіючим розчином;
- встановлення арматурного каркаса;
- опресовування заповненої розчином свердловини тиском 0,2...0,4 МПа.

Буріння в межах фундаменту ведеться через кондуктор, який є направляючої трубою. Кондуктор забезпечує надійність опресування, запобігаючи випору зі свердловини цементного розчину. Арматурний каркас або поодинокі стрижні опускають в свердловини секціями, рівномірний стик яких виконують за допомогою зварювання, що істотно ускладнює роботу.

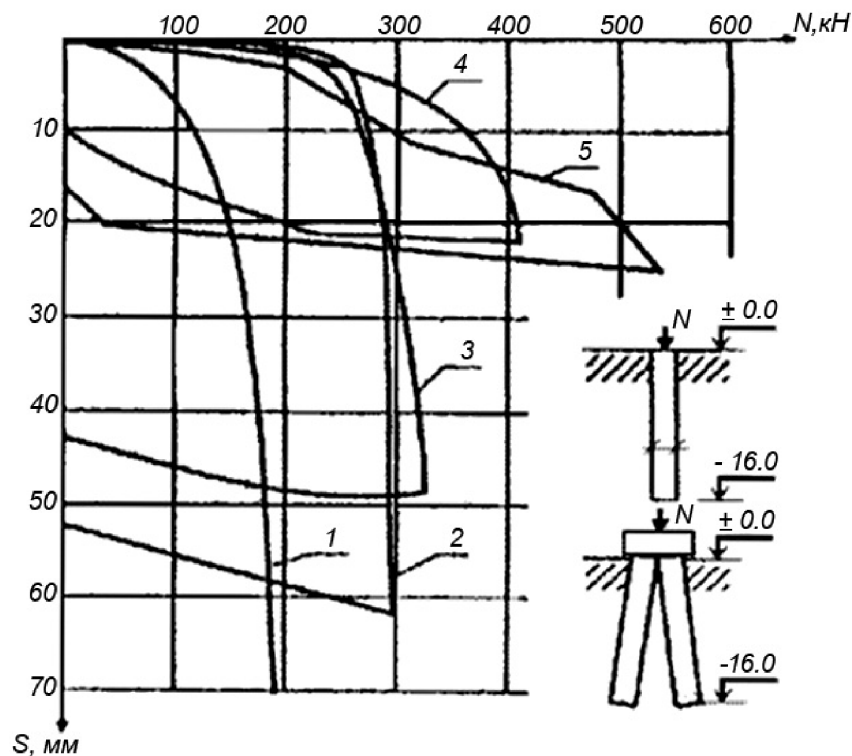
Важливим етапом формування тіла буроін'єкційної палі, що влаштовується в слабких ґрунтах під захистом глинистого розчину, є опресовування. Від тиску і часу опресування залежать в подальшому опір тертю по боковій поверхні палі та, відповідно, її несуча здатність. Відбувається часткова цементация ґрунту на контактi палі - ґрунт. У слабких ґрунтах при опресовке під тиском 0,2...0,4 МПа ґрунт навколо палі ущільнюється, перетин палі збільшується, наявні порожнини заповнюються розчином.

Виходячи з відсутності в дійсності опресування ґрунту при закачуванні розчину у верхній частині свердловини для вирішення питань рівномірності слід до глибини близько 2 м або більше пробуріваються свердловини зі збільшеним діаметром в порівнянні з нижчерозташованими відрізком.

На рис. 3.13 наводяться дані натурних випробувань палей діаметром 132 мм, довжиною 16 м, що прорізають товщу слабких ґрунтів. Як видно з цих даних, без опресування несуча здатність палей незначна (крива 1 на рис. 5.13). Опресування надлишковим тиском підвищує несучу здатність палей в слабких ґрунтах (криві 2, 4 на рис. 5.13) [10].

Для вирішення завдань реконструкції по зміцненню і створенню водонепроникності ґрунту, створення несучих конструкцій і вирівнювання кренів перспективною є струменева технологія.

Струменева технологія може застосовуватися практично в будь-яких інженерно-геологічних умовах, маючи відносно невисоку вартість і виключаючи забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами з закачуваної суспензії.



**Рис. 5.13.** Графік випробувань палей на дослідному майданчику:  
 1 – без опресування; 2, 3 – з опресуванням, відповідно 0,2 та 0,4 МПа;  
 4 – з опресуванням високовольтними розрядами; 5 – двох похилих палей

Основними операціями струменевої технології є:

- буріння свердловини малого діаметру на проектну глибину;
- занурення в свердловину штанги зі струменевим монітором, оснащеним знизу соплом з боків а також в торці для виходу водяного струменю який розрізає ґрунт і закачується в порожнину ін'єкційної суміші, зверху з підключеними трубопроводами для підведення зазначеної суміші й повітря;
- зворотний повільний витяг бурової штанги з монітором при її обертанні і закачування ін'єкційної суміші.

В сучасних умовах застосовують три системи струменевої технології [17].

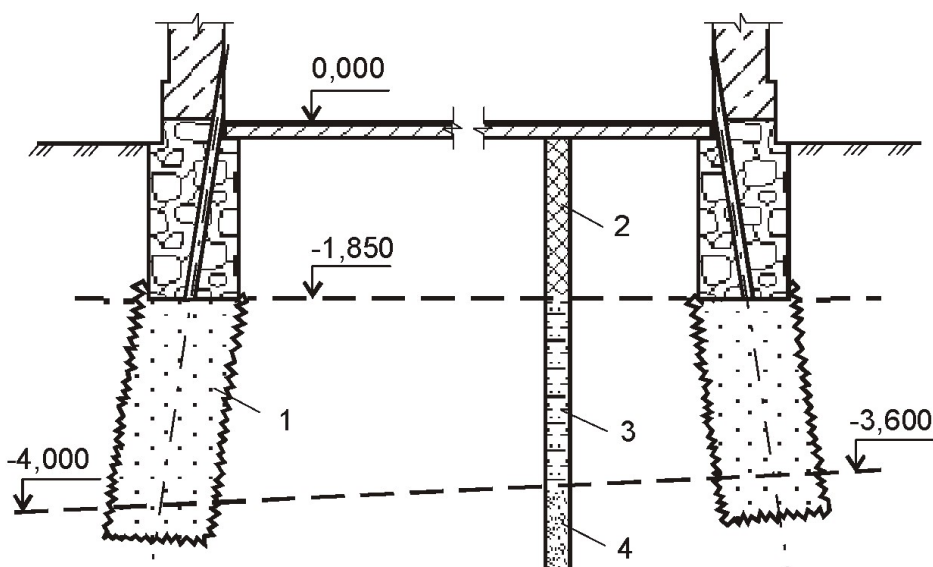
Проста система передбачає використання монітора також і для ін'єктування. Ін'єкційна суміш подається через одне сопло або через кілька, причому струмінь виконує одночасно функції розробки ґрунту і його зміцнення при заповненні порожнини.

Подвійна система включає до складу монітор дві коаксіальні труби, по яких окремо транспортуються до сопел ін'єкційна суміш і повітря. Струмінь при цьому захищається оболонкою з стисненого повітря, що підвищує ефективність методу.

Потрійна система є більш складною, але найефективнішою. У нижню частину монітора по самостійним трубкам подаються вода, повітря та ін'єкційна суспензія. Струмінь води захищається повітрям і руйнує ґрунт, а в створювану порожнину ін'єкційна суміш подається при більш низькому тиску через окреме сопло.

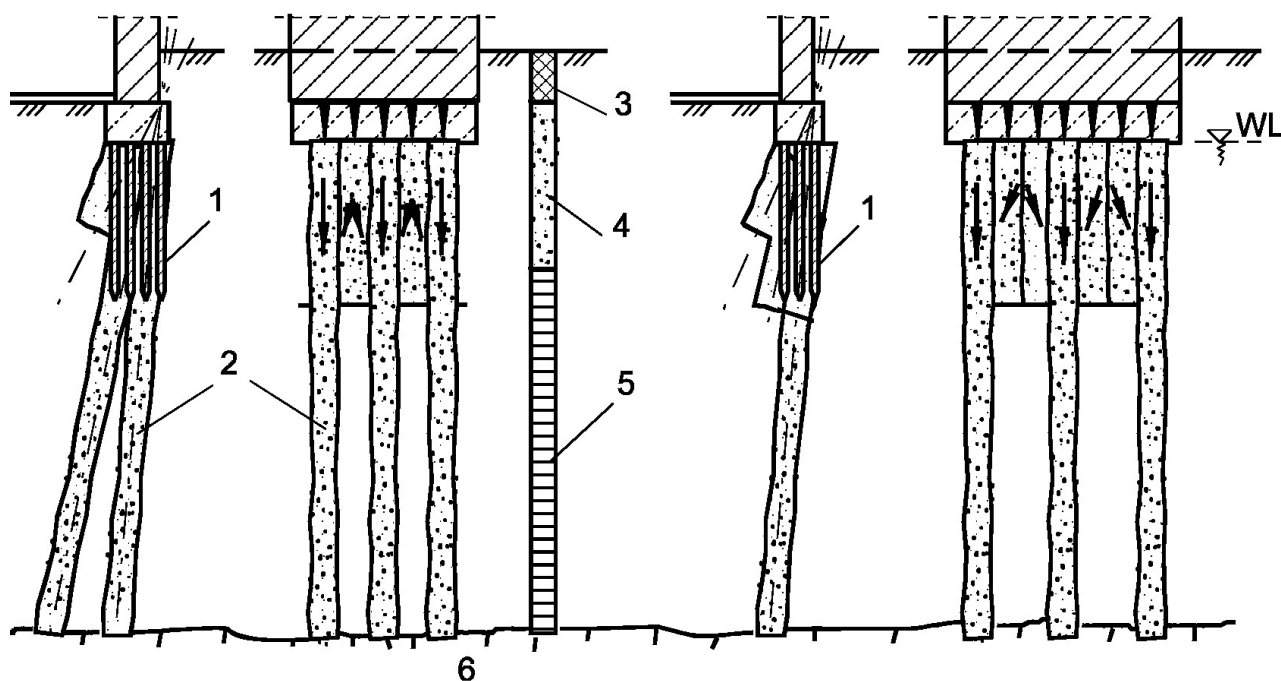
При оцінці прийнятності струменевої технології потрібно враховувати її наступні важливі переваги: економічність, висока продуктивність, простота обладнання, відсутність шуму і струсів під час виконання робіт в умовах обмеженого простору, можливість підведення конструкцій під існуючі споруди без їх руйнування і виключення впливу на сусідні близько розташовані будівлі.

Окремі приклади застосування струменевої технології представлені на рис. 5.14 ... 5.19 [1, 5, 10].



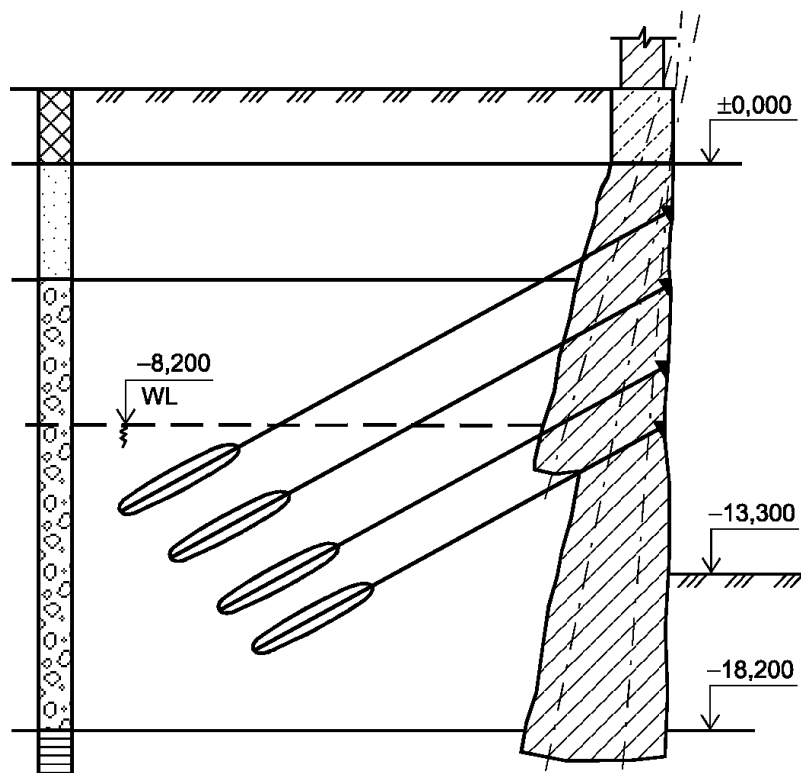
**Рис. 5.14. Пересадка будівлі на опори, влаштовані з використанням струменевої технології:**

1 – опора; 2 – насипний ґрунт; 3 – м'якопластичний пілувато-глинистий ґрунт з органічними залишками; 4 – гравій

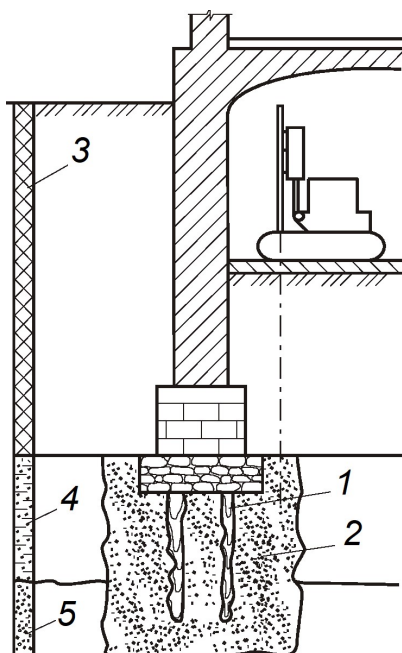


**Рис. 5.15. Схеми пересадки фундаментів:**

1 – дерев'яні палі; 2 – виконані по струменевої технології опори;  
3 – насипний ґрунт; 4 – пісок; 5 – глина; 6 – вапняк

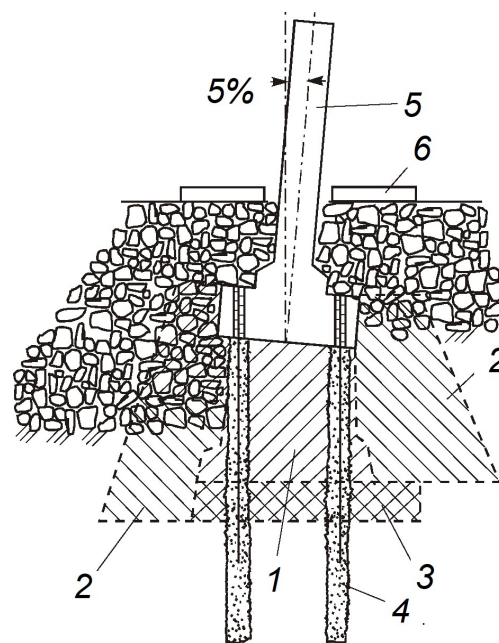


**Рис. 5.16. Приклад виконання протифільтраційної та огорожувальної стіни за допомогою струменевої технології**



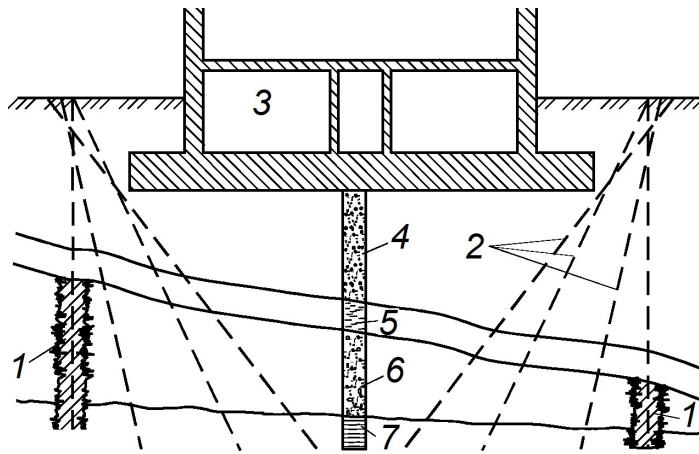
**Рис. 5.17. Приклад зміцнення ґрунтів основ фундаментів казарми Rossauer у Відні за допомогою струменевої технології:**

1 – дерев'яні палі; 2 – закріплений масив;  
3 – насипний ґрунт; 4 – обводнений глинистий ґрунт; 5 – гравійний ґрунт



**Рис. 5.18. Підсилення фундаменту мостової опори з використанням струменевої технології:**

1, 2, 3 – відповідні фази закріплення ґрунту;  
4 – опори з армуванням, влаштовані за допомогою струменевої технології;  
5 – опора мосту; 6 – бетонне вимощення



**Рис. 5.19.** Приклад розташування ін'єкційних свердловин під час підйому будівлі:  
 1 – захисна ін'єкційна діафрагма; 2 – свердловини для ін'єкції; 3 – будівля, яке підлягає підйому; 4 – пісок; 5 – слабкий ґрунт; 6 – гравій; 7 – глинистий ґрунт

### **5.3. Безпека праці та охорона навколишнього середовища при підсиленні основ і фундаментів**

Перед початком робіт по зміцненню ґрунтів необхідно виявити і врахувати розташування підземних комунікацій (водопровід, каналізація, газ, кабельна мережа та ін.). У процесі закачування закріплюючих розчинів і сумішей не можна допускати їх проникнення в зону розташування зазначених комунікацій.

Забороняється допускати до роботи з хімічного закріплення ґрунтів персонал без спеціального навчання безпечним методам праці, інструктажу на робочому місці й медичного огляду.

Роботи в обмежених закритих приміщеннях повинні проводитися із застосуванням примусової вентиляції. Вміст двоокису вуглецю на робочих місцях не повинна перевищувати 0,5%, а вміст формальдегіду - 0,5 мг / м<sup>3</sup>.

Для переміщення хімічних матеріалів повинні бути пристосовані спеціальні шланги, насоси, патрубки і крани. Зона розміщення ін'єкторів повинна бути огорожена, мати попереджувальні написи і світлову сигналізацію, а в темну пору - освітлена.

При електричних методах осушення і закріплення ґрунтів, обігріву розчину або бетону в зимових умовах, а також випалювання ґрунтів слід дотримуватися правил роботи з електроустановками і форсунками. У зоні розміщення електродів і розпалювання форсунок не повинно бути людей. Місце проведення робіт при цьому має бути огорожена і освітлено, причому розміщення джерел енергії, рідкого палива, компресорних установок, газопроводів, трансформаторів, а також розвідних трубопроводів і шлангів повинно виключати можливість вибуху і загоряння. Ділянка такого роду робіт повинна бути забезпечена засобами пожежогасіння, першої медичної допомоги і телефонним зв'язком.

Повітряні компресори повинні бути обладнані манометрами, запобіжними клапанами, масловідділювачами і повітряними фільтрами на всмоктуючому патрубку.

При виконанні робіт по цементації і влаштуванню паль або анкерів повинні дотримуватися заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища відповідно до вимог [21].

При виконанні робіт по електродугового різання бетону, цегли на будівельному майданчику необхідно враховувати, що робочі піддаються впливу ряду шкідливих факторів (пари і частки гарячого бетону, яскраве випромінювання, теплота і шум від палаючої дуги).

До роботи можуть допускатися особи, які пройшли інструктаж і знайомі з порядком ведення робіт.

Всі прилади та обладнання для електродугової різання повинні бути заземлені. Органи дихання від парів бетону слід захищати марлевими респіраторами, очі від електричної дуги - щитками зварника, а органи слуху від шуму - навушниками-глушниками.

Якщо роботи по реконструкції здійснюються на діючому підприємстві, то загальні заходи з техніки безпеки повинні бути викладені в ПВР.

Відповідальність за їх дотримання несе інженерно-технічний персонал і керівник будівельної організації, а також керівники відповідного підприємства.

Територія або ділянку діючого цеху, де ведуться будівельні роботи по реконструкції, повинні бути огорожені. У разі спільного виконання робіт

генеральний підрядник зобов'язаний вести журнал суміщених робіт, а начальника діючого цеху доводити до відома про виконані роботи в письмовому вигляді.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які фактори слід враховувати при виборі технології посилення основ і фундаментів?
2. Яка сутність, переваги і недоліки хімічних способів закріплення ґрунтів основ?
3. Яка послідовність виконання робіт при посиленні фундаментів методами, пов'язаними зі збільшенням глибини залягання?
4. Опишіть технологію виробництва робіт з підсилення фундаментів з передачею навантаження на секційні палі «Мега».
5. Назвіть переваги і недоліки застосування паль при посиленні фундаментів.
6. Що включає в себе технологічний цикл устрою паль?
7. Охарактеризуйте системи струменевої технології, використовувані при посиленні фундаментів.
8. Наведіть приклади застосування струменевої технології в умовах реконструкції.

## **Тема 6. ВИРОБНИЦТВО ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ІСНУЮЧИХ ТА ВЛАШТУВАННЯ НОВИХ ФУНДАМЕНТІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ**

### **6.1. Кріплення стінок котлованів і траншей в умовах обмеженості**

Для влаштування нових або підсилення існуючих фундаментів та прокладки нових підземних комунікацій різного призначення, необхідно виконати значні об'єми земляних робіт.

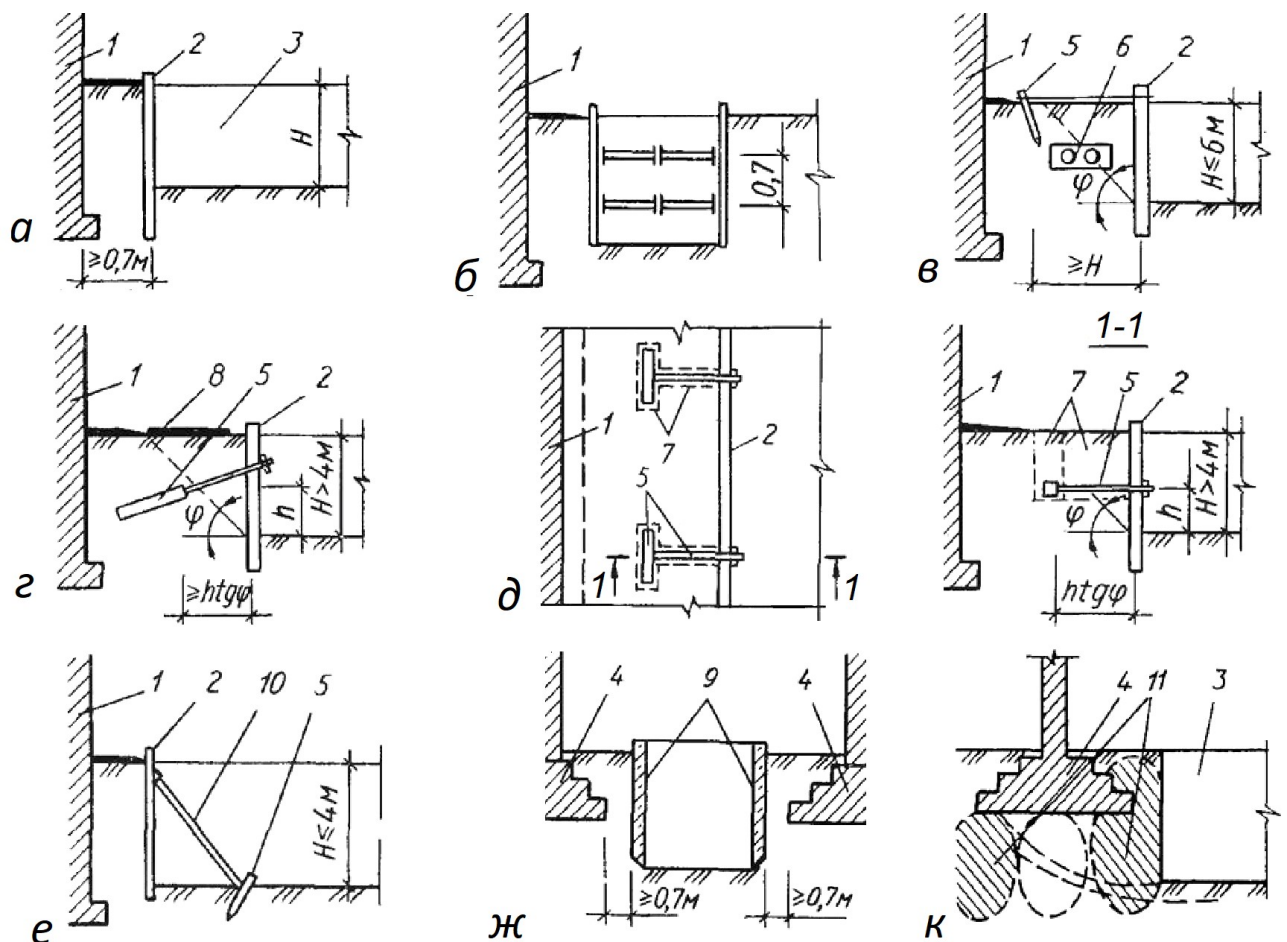
До початку розробки ґрунту в безпосередній близькості й нижче рівня закладення фундаментів існуючих будівель, споруд та обладнання, а також діючих підземних комунікацій повинно бути проведено обстеження фактичної глибини їх закладення і отримано письмовий дозвіл на проведення робіт від замовника.

Характерною особливістю технології розробки котлованів і траншей в обмежених умовах є кріплення стінок. Найбільш часто в обмежених умовах реконструкції застосовують такі види кріплень: інвентарні щити, анкерні, консольні, підкісні, розпірні з дерева, залізобетону, металу або комбіновані (рис. 6.1) [1, 2].

В окремих випадках для тимчасового кріплення стінок виїмок виконують цементацию і заморожування, а також методи хімічного, електрохімічного та термічного закріплення ґрунтів.

За способом виробництва робіт кріплення діляться на ті що забиваються, віброзанурюються, збірні, монолітні, а також влаштовуються способом торкретування. Кріплення які класифікуються за вказаною ознакою також можуть носити комбінований характер.

Монолітні кріплення влаштовують за правилами виробництва даного виду робіт. При цьому методи бетонування визначають окремо для кожного конкретного випадку і відображають в розробляємому ПВР.



**Рис. 6.1. Види кріплення стінок виїмок в умовах обмеженого простору:**

а – консольне; б – розпірне; в – анкерне, з анкером на поверхні землі; г – те ж, з анкером в свердловині; д – те ж, з анкером в Т-образній траншеї; е – підкісне; ж – з опускним колодязем; к – з закріпленням ґрунту; 1 – існуючі конструкції; 2 – захисна конструкція; 3 – котлован; 4 – фундамент; 5 – анкер; 6 – існуюча комунікація; 7 – траншея для устрою анкера; 8 – дорожнє покриття; 9 – опускний колодязь; 10 – підкіс; 11 – масив закріпленого ґрунту

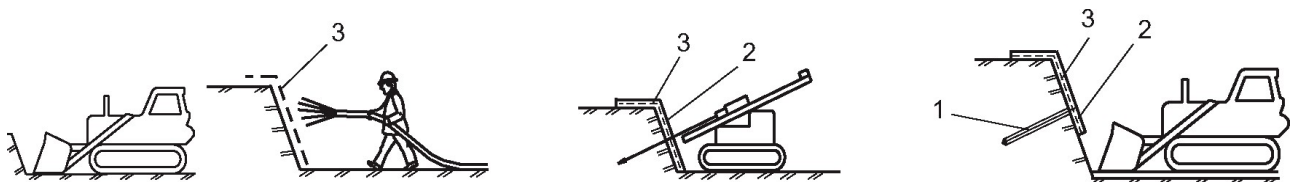
Останнім часом в практику будівництва впроваджується спосіб влаштування кріплень методом торкретування стін виїмки, який в якійсь мірі, можна вважати різновидом монолітного способу.

Торкретування виконується за допомогою цемент-гармати або бетоншпріц-машини. При цьому підбір складових, їх дозування, транспортування, визначення витрати води, повітря та ін. здійснюються так само, як і при торкретуванні бетонних поверхонь. У той же час при зміцненні цим методом стінок котлованів торкретний шар бетону служить не тільки захистом від проникнення фільтраційної води в котлован, але, в першу чергу, є несучою конструкцією, яка сприймає тиск ґрунту.

Набризк бетонної суміші виробляється під високим тиском; її частки при нанесенні першого шару проникають в м'який ґрунт, а при нанесенні наступних шарів - в ще не затверділу бетонну суміш попереднього шару. У ряді випадків по ґрунту або між відповідними шарами укладається арматурна сітка. В результаті отримують монолітну конструкцію з товщиною шару близько 75 мм. При спорудженні глибоких котлованів стінки торкрет-бетоном кріплять зазвичай у вигляді уступів.

У разі значної товщини торкрет-бетон може бути заанкерен за межами котловану, що позбавляє від необхідності застосування розпірок. Роботи ведуть в такій послідовності (рис. 6.2):

- виїмка ґрунту бульдозером, по захватках, на глибину першого ярусу (від 0,5 до 1,0 м) зі стійкими стінками вертикального укосу;
- укладання на поверхню укосу металеві сітки та її обетонування методом торкретування;
- буріння або пробивання горизонтальних свердловин (шпурів) з наступним зануренням у них армуючих стрижнів (нагелів);
- нагнітання в свердловини цементної суміші;
- закладення кінців нагелів на захисній стінці шляхом приварювання шайб або натягу гайок;
- виїмка ґрунту бульдозером при подальшому заглибленні й кріпленні кожного наступного ярусу укосу по захватках в тому ж порядку до повного відкриття котловану.



**Рис. 6.2. Технологічна послідовність нагельного способу горизонтального армування стінки з торкрет-бетону:**

1 – стрижнева арматура; 2 – захисна стінка з торкрет-бетону; 3 – металева сітка

Метод торкретування показав свою ефективність при кріпленні стінок котлованів, що влаштовуються в зв'язкових грунтах нормальної вологості. Його не рекомендують застосовувати при спорудженні котлованів в піщаних грунтах або при сильному припливі ґрунтових вод.

У водонасичених грунтах з низьким ступенем водовіддачі, коли не можна штучно знизити рівень ґрунтових вод, влаштовують суцільну шпунтову огорожу (дерев'яну з дощок та брусків або металеву з прокатних профілів) або виконують штучне заморожування стінки котловану. Шпунтові палі забивають за допомогою копрів, обладнаних сваєбойними агрегатами.

Різні системи кріплення котлованів із застосуванням забивних паль або шпунта вимагають значної витрати металу. Незважаючи на те, що 80% паль і шпунта вдається витягти після закінчення будівництва підземної споруди, значна їх частина виявляється непридатною для повторного забивання.

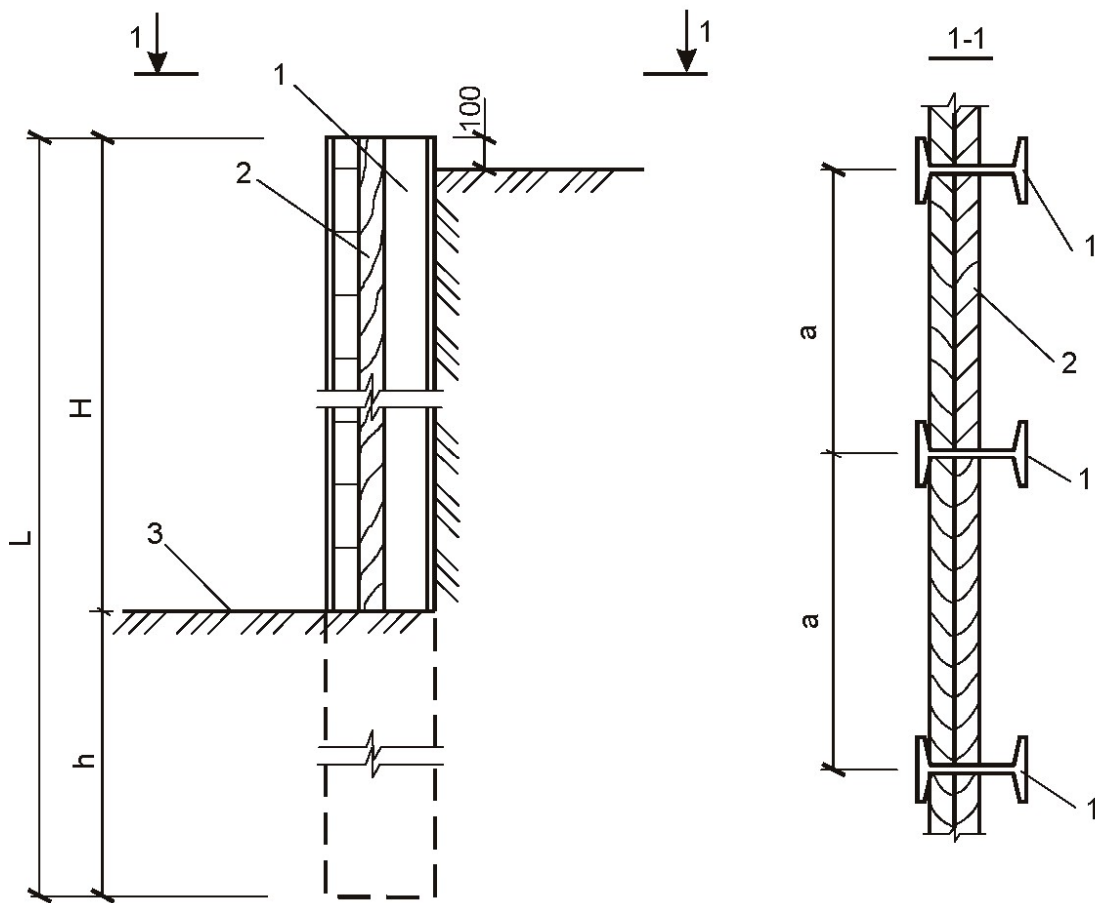
Збірні кріплення застосовують при влаштуванні неглибоких і не надто широких котлованів й траншей. Збірні кріплення збирають із заздалегідь заготовлених щитів та розпірок, які встановлюють у міру розробки ґрунту. Щити виготовляють з дощок товщиною 25...39 мм, розпірки - з брусків. Якщо рівень ґрунтових вод, знаходиться на позначці вище дна котловану, зазначені кріплення застосовувати не рекомендується.

При влаштуванні котлованів глибиною до 5,5 м поблизу існуючих будівель і споруд для кріплення їх стінок можуть застосовуватися пальові кріплення. Вони можуть працювати консольно і бути вільностоячими, якщо забезпечується їх міцність на вигин і стійкість на перекидання за рахунок достатнього защемлення нижче рівня дна. Конструкція вільностоячих свайно-балкових огорожень (рис. 6.3), включає стійки (палі), якими служать двотаврові балки, а для заповнення зазорів між ними використовуються дерев'яні щити або забирка з дощок і брусків.

Виходячи з неприпустимості динамічних впливів на сусідні будівлі та підземні комунікації стійки слід вдавлювати статичним навантаженням або

занурювати в попередньо вибуреної лідерній свердловині із заповненням виниклих порожнин піском.

Якщо глибина котловану перевищує 5,5 м в ненасиченому водою ґрунті або 4,0 м в обводненому, або недостатня глибина занурення балкових опор, то для кріплення огорож потрібні розпірки у вигляді труб або двотаврових балок, перетин яких має призначатися виходячи з ширини котловану.



**Рис. 6.3. Пальново-балкова огорожа котлованів:**

1 – стійки; 2 – щити заборки; 3 – рівень дна котловану

При наявності будівель і споруд на брівці котловану для обмеження горизонтальних зсувів огорожі необхідно застосовувати розпірне обладнання (з гвинтовими пристроями в торцях для створення розпору в точках сполучення з розподільним поясом або балочними палями) або анкерами з тягами попереднього напруження (рис. 6.4.).

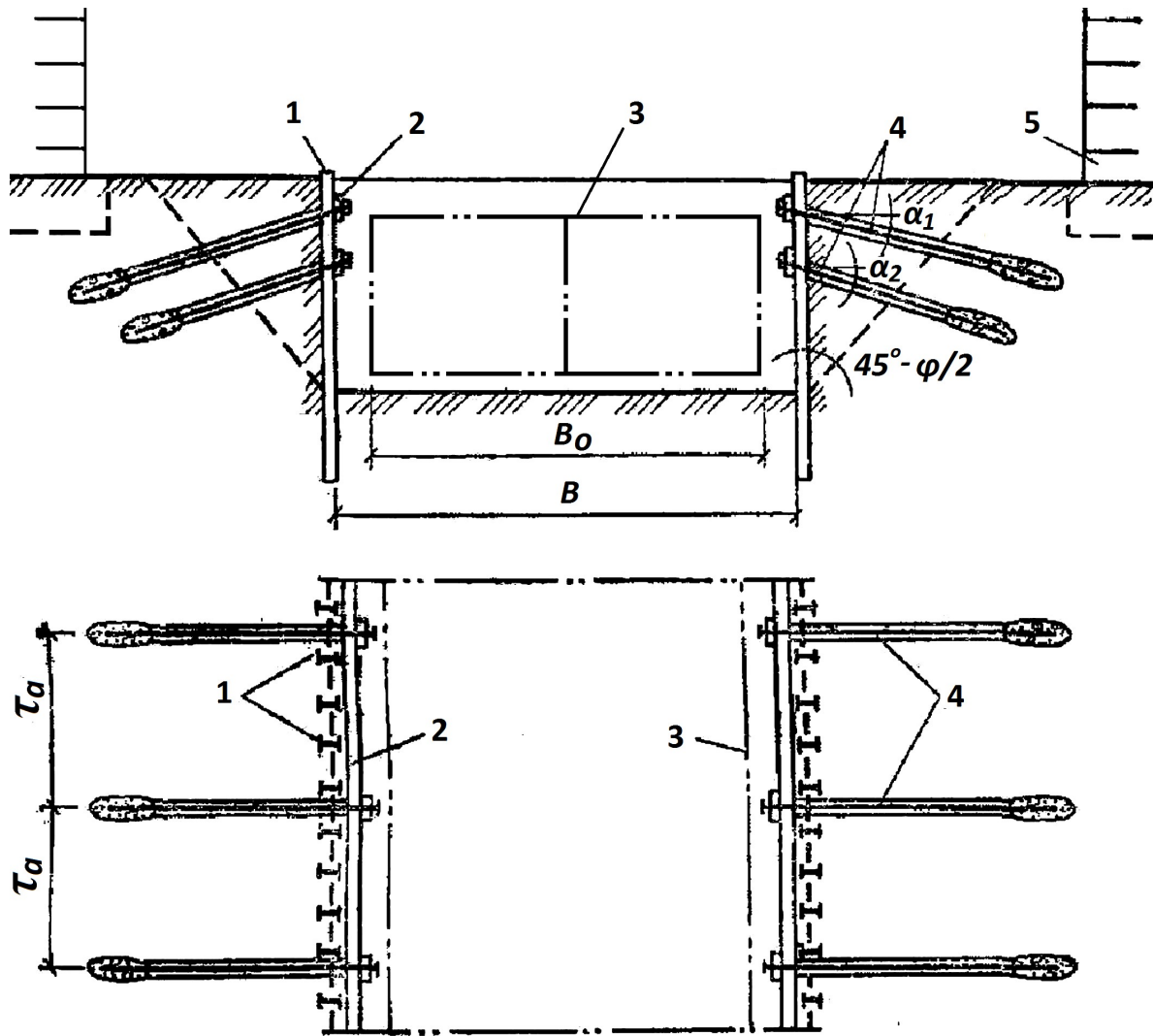


Рис. 6.4. Схема анкерного кріплення котловану:

1 – паля; 2 – металеві пояси; 3 – контур підземної споруди; 4 – анкери; 5 – стійки

Незважаючи на те, що технологія робіт по влаштуванню анкерів складніше, ніж при влаштуванні розпірок, а вартість робіт на 8 ... 11% вище, вони більш ефективні при кріпленні широких і глибоких котлованів [10].

Конструкції анкерів відрізняються видом відтяжок, несучою здатністю і способом закріплення в ґрунті. В якості відтяжок, що з'єднують заанкеровану в ґрунті частину з поздовжніми поясами, застосовують сталеві труби, стрижні періодичного профілю діаметром 18...40 мм, а також високоміцний дріт у вигляді пучків, прядей або канатів з межею міцності на розрив до 1800 МПа. Несуча здатність анкерів зі стрижневими відтягненнями 150...500, з трубчастими - 300...1500, а з дротяними - 500...2500 кН. За способом

закладення анкера в ґрунт розрізняють трубчасті ненапружені анкери та попередньо напружені ін'єкційні анкери без розширення або з розширенням.

Трубчасті анкери можуть закріплюватися по всій довжині свердловини або тільки в даній її частині, в останньому випадку закладення анкерів в ґрунт виконують в дві стадії. Спочатку в пробурену свердловину опускають трубу і нагнітають цементний розчин в зазор між трубою і стінками свердловини. Потім через отвори в нижній частині труби в зону анкерування нагнітають розчин, який проникає в ґрунт, забезпечуючи надійне закладення анкера.

Більш універсальними є бурові ін'єкційні анкери, що застосовуються в різних ґрунтах, за винятком сильно стискаємих, просадних, текучих або тих що набухають, в яких неможливо забезпечити необхідне закладення.

Анкери розташовують по довжині котловану через 3...5 м в один або кілька ярусів по висоті. Зазвичай верхні анкери більш завантажені й їх роблять довше нижніх. Кут нахилу анкерів до горизонту не повинен перевищувати 25...30°, тому що при цьому знижуються горизонтальні складові утримуючого зусилля і зростає навантаження на кріплення (див. рис. 6.4).

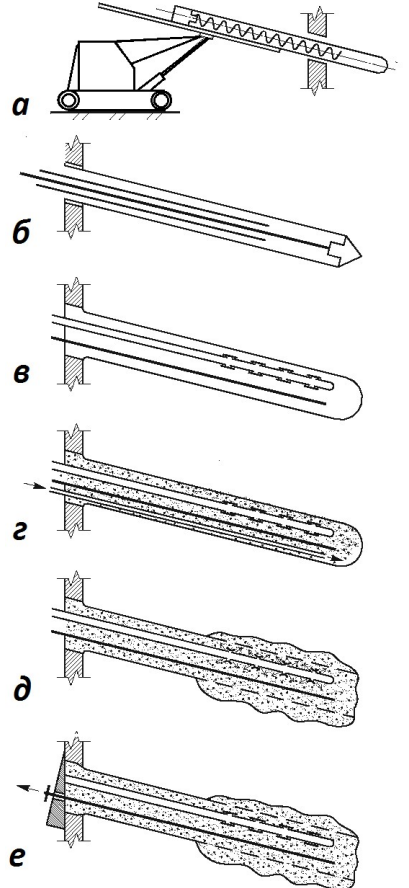
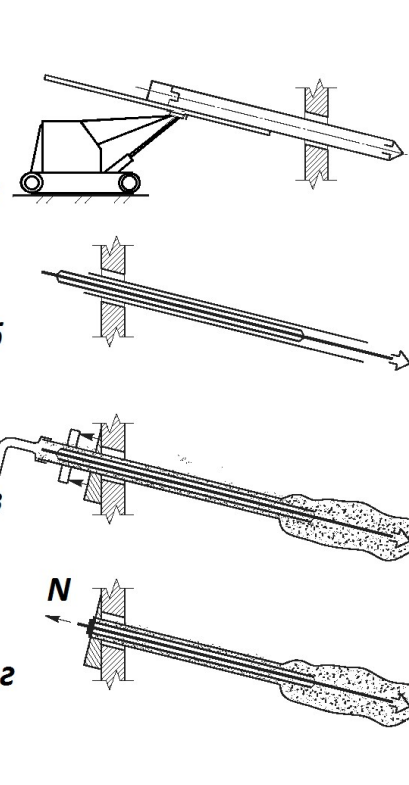
Устрій всіх видів бурові ін'єкційних анкерів включає наступні операції:

- проходку свердловин діаметром 20...30 см і глибиною 8...20 м, забезпечуючи розташування даної частини свердловини за межами можливої призми обвалення;
- виконання і занурення в свердловині анкерних тяг;
- приготування і нагнітання в затампонованій свердловині ін'єкційних сумішей з обпресуванням ґрунту в зоні загортання (кореня) і без обпресування по вільній довжині анкера;
- випробування анкерів в процесі натягу і блокування при проектному навантаженні за допомогою стопорних пристроїв.
- закладення голови анкера в анкеруємої конструкції.

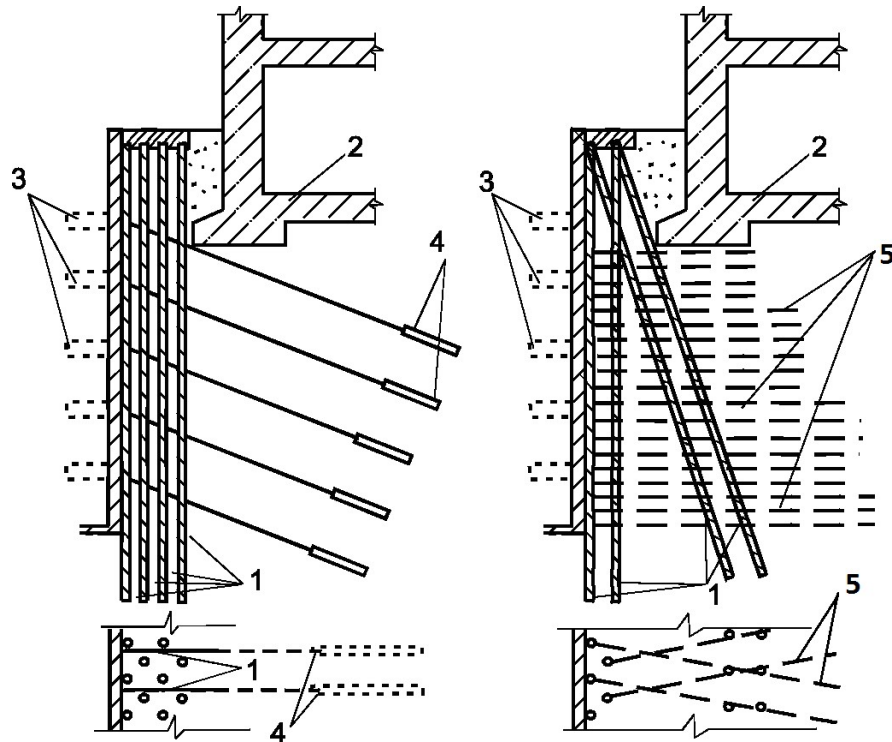
Залежно від ґрунтових умов влаштування анкерів може здійснюватися із застосуванням ін'єкційних трубок і з використанням бурильних труб в якості обсадних та ін'єкційних (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

## Технологічна послідовність влаштування анкерів

| Ґрунтові умови  | Послідовність влаштування анкерів  | Технологічна схема  |
|---|--|---|
| <p>Глинисті, а також маловологі печаних ґрунти при відсутності чергування нашарувань а також при стійких стінках свердловин</p> | <p>а) проходження свердловини шнеком насухо на проектну глибину;<br/> б) збірка анкерної тяги з приєднаною ін'єкційною манжетною трубкою;<br/> в) занурення в свердловину анкерної тяги з приєднаною ін'єкційною манжетною трубкою;<br/> г) тампонування свердловини розчинною сумішшю від низу до верху через інвентарну ін'єкційну трубку;<br/> д) після 10...15 год тверднення розчину розрив тампонажної обойми по довжині кореню тиском води 5...10 МПа й нагнітання під тиском 0,5...1,0 МПа ін'єкційної суміші в кореневу зону анкера від низу до верху через нижній торець ін'єкційної трубки або поярусно через забезпечені манжетами бічні випускні отвори в ній при використанні інвентарного ін'єктора з обтюратором;<br/> е) натяг анкера та блокування при проектному зусиллі <math>N_a</math></p>     |   |
| <p>Обпливають глинисті та водонасичені незв'язні обсіпні ґрунти</p>   | <p>а) проходка свердловини на проектну глибину під захистом обсадних труб;<br/> б) витяг става обсадних труб на 0,3...0,4 м, занурення в них анкерної тяги за допомогою автокрана або вручну, збивання наконечника (при його наявності) ударом занурюваної тяги або його видавлювання при нагнітанні суміші;<br/> в) заповнення знизу вгору порожнини всередині обсадних труб розчинною сумішшю через шланг, загвинчування на верхню секцію обсадних труб кришки зі штуцером для шланга розчинонасосу, нагнітання суміші під тиском 0,2...0,5 МПа по довжині формованого анкерного кореню з обпресуванням навколишнього ґрунту в міру підйому обсадних труб метровими відрізками з долівкою суміші для повного заповнення свердловини;<br/> г) натяг анкера і блокування при проектному зусиллі <math>N_a</math></p> |  |

У складних інженерно-геологічних умовах (значні товщі насипних ґрунтів змінної потужності з поверхні, наявність шарів з валунами відкладеннями та ін.) Для влаштування огорожень глибоких котлованів в умовах обмеженого простору забудови застосовують нагельних (гратчастих) армоконструкцій або козових систем з вертикальними і похилими палями ( рис. 6.5).



**Рис. 6.5. Огородження стінок котлованів армоконструкціями з багаторядних палей:**

- 1 – палі; 2 – фундаменти існуючих будівель; 3 – розпірки;  
4 – анкери; 5 – нагелі (варіант нагельного кріплення)

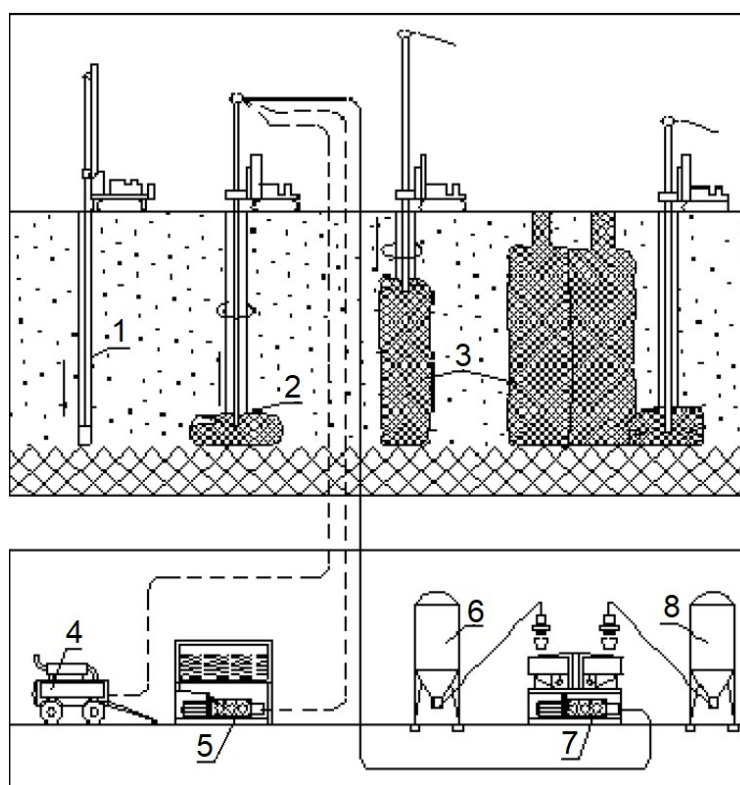
Широко також використовуються суцільні огороження з вертикальних ґрунтоцементних палей, виготовлених за технологією jet-grouting - струменевої цементації природних ґрунтів (рис. 6.6). Палі кріплення об'єднуються по верху монолітною залізобетонною обв'язувальною балкою.

Технологічна послідовність робіт по методу струменевої технології (jet-grouting) полягає в наступному (рис. 6.7): вибурюють свердловини 1; в свердловину занурюють ін'єктор 2 зі спеціальним отвором, що калібрується - соплом; подають під великим тиском (до 100 МПа) ін'єкційний розчин;

здійснюють підйом ін'єктора з одночасним його обертанням; формують палю потрібного діаметру або стінку з паль.



**Рис. 6.6. Огороджування стінки котловану з ґрунтоцементних паль**



**Рис. 6.7. Схема устрою стінки з паль**

**за допомогою струменевої технології (jet-grouting):**

- 1 – свердловина до щільних ґрунтів; 2 – ін'єктор; 3 – формована палля;  
4 – компресор; 5 – насос для подачі води; 6 – ємності цементу і піску; 7 – розчинонасос

Важливим фактором зміцнення масиву ґрунту або посилення фундаментів з використанням струменевої технології є можливість підтримки високого тиску (до 80...100 МПа). Це висуває певні вимоги к використуваному устаткуванню, що підводять трубопроводами та ін.

## **6.2. Виробництво земляних робіт в умовах обмеженого простору**

При проведенні земляних робіт в умовах реконструкції здійснюються в основному ті ж операції, що і при будівництві нових об'єктів: виїмка ґрунту і зачистка дна котловану, зворотна засипка та ущільнення ґрунту.

До виконання земляних робіт необхідно:

- 1) позначити на місцевості положення всіх комунікацій;
- 2) встановити геодезичні знаки (тимчасові репери);
- 3) підвезти все матеріали та пристосування (сходи, кріплення стін та ін.);
- 4) зняти рослинний шар;
- 5) розібрати конструкції, що підлягають знесенню;
- 6) розібрати покриття доріг, підлог тощо.

Виробництво земляних робіт в умовах реконструкції діючих підприємств пов'язане з необхідністю виконання їх на обмежених за розмірами ділянках, в умовах діючого виробництва, при відсутності вільного проїзду до місця робіт. У цьому випадку буває дуже важко організувати і механізувати земляні роботи.

Використання при реконструкції та розширенні промислових підприємств навіть спеціальних малогабаритних засобів механізації знижує їх розрахункову продуктивність на 30...70%.

Розробка ґрунту і планування дна виїмок в умовах функціонування будівель і споруд повинна вестися механізованим способом та, при необхідності, вручну.

Вручну розробляють ґрунт в таких ситуаціях:

- при невеликих обсягах робіт, коли використання землерийної техніки економічно невиправдано;

- при відсутності фронту робіт для застосування існуючих засобів механізації (наявність комунікацій, обладнання, виступаючих будівельних конструкцій тощо);

- при відсутності під'їздів або проїздів і неможливості будь-яким способом (наприклад, за допомогою крана) подати землерийну техніку до місця проведення робіт;

- при наявності певних обмежень при проведенні робіт на діючому об'єкті, які можуть бути порушені (неприпустимість виділення пилю, вибухонебезпечна довкілля тощо) в разі застосування землерийних машин.

У всіх цих випадках ґрунти не тільки розробляють, але і вантажать, а також відвозять вручну. Винятком може бути використання підйомно-транспортного обладнання для подачі ґрунту в кузов автосамосвала, встановленого в доступному для проїзду місці.

Доцільними для умов реконструкції є варіанти комплексної механізації, які базуються на малогабаритних, універсальних і мобільних машинах. Дані системи машин працюють в умовах обмеженого простору на оптимальних режимах, мають багатоцільове призначення, їх можна швидко перебазувати на будь-яку ділянку що реконструюється.

Вид екскаваційного обладнання вибирають в залежності від глибини котлованів і траншей, обсягу і групи розробляемого ґрунту, наявності кріплень стінок котлованів і траншей, об'ємно-планувальних рішень об'єктів, що реконструюються.

Габарити землерийних і транспортних машин повинні відповідати фронту робіт (висоті першого поверху, сітці колон, наявності встановленого обладнання) і забезпечувати розробку максимальних обсягів ґрунту механізованим способом.

Більше 40% земляних робіт при реконструкції промислових об'єктів виконують універсальними одноковшевими екскаваторами. Їх широко використовують для розробки котлованів і траншей, колодязів та приямків, для зворотної засипки і навантаження ґрунту в транспортні засоби.

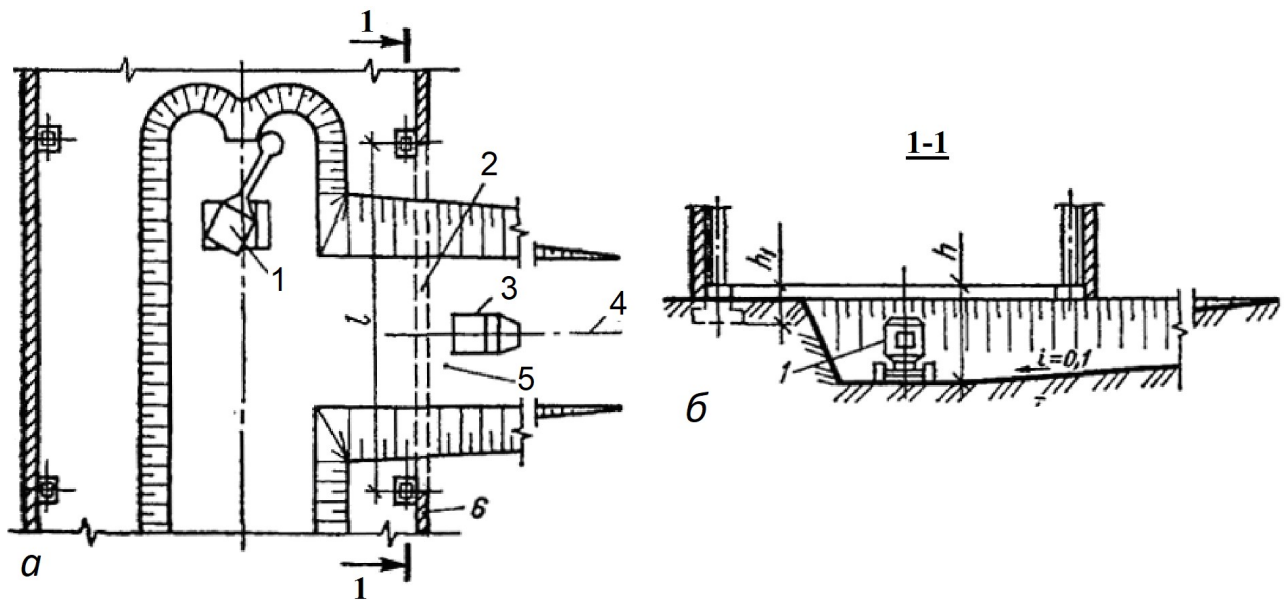
Розробляти ґрунт в умовах обмеженого простору ефективніше гідравлічними екскаваторами, які легше в управлінні, більш ефективні при розробці щільних ґрунтів, їх конструкція дозволяє здійснювати оперативну заміну різного знімного навісного обладнання та змінних робочих органів. Дуже важливою перевагою гідравлічних екскаваторів в порівнянні з канатними екскаваторами є забезпечення з одної стоянки більшої робочої зони, що має велике значення при роботі в обмежених умовах. Найбільш часто використовують гідравлічні екскаватори 2...4 розмірних груп з місткістю основного ковша 0,25 ... 1,0 м.

Екскаватори, обладнані зворотною лопатою, застосовують при розробці ґрунту в котлованах і траншеях глибиною до 6 м торцевими і бічними проходками. Ширину торцевої проходки при двосторонньому навантаженні ґрунту в транспортні засоби слід приймати 1,6...1,7, а при односторонньому - 1,3 величини найбільшого радіуса різання. Котловани, ширина яких перевищує максимальну ширину проходки при переміщенні екскаватора по прямій, рекомендується розробляти декількома торцевими проходками.

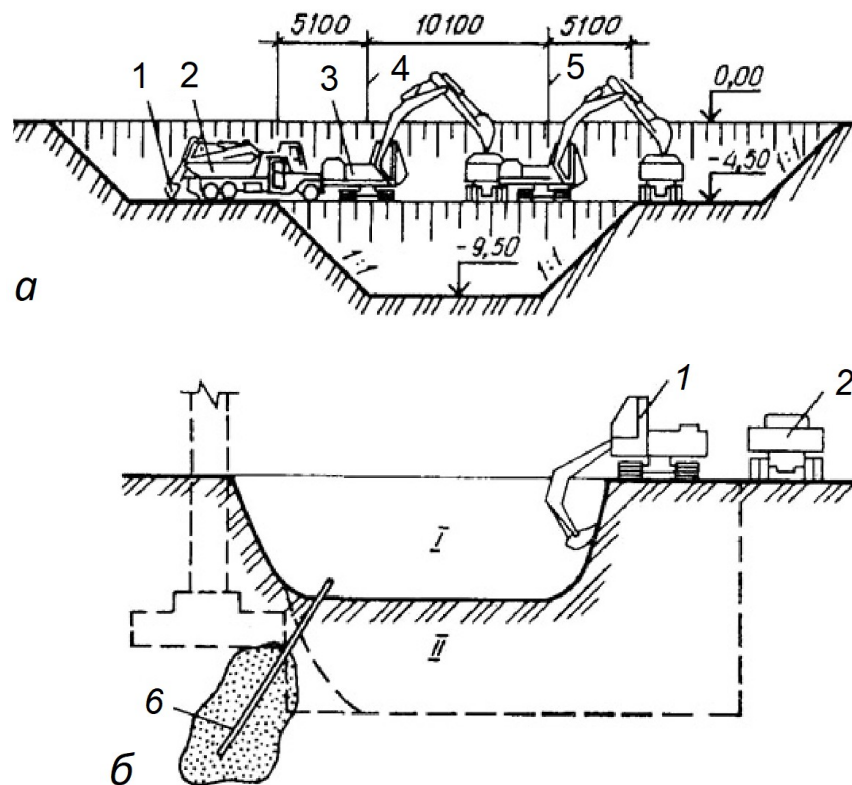
Екскаватори з прямою лопатою застосовуються в окремих випадках при виділенні ділянки цеху з в'їздом через розібрану стіну (рис. 6.8) [1]. Роботи з розбирання стіни і влаштування піонерної траншеї (з'їзду в котлован) виконуються в підготовчий доостановочний період.

При розробці більш глибоких котлованів або при розробці котлованів, проектна відмітка яких нижче глибини закладення існуючих фундаментів, роботи проводяться в два яруси: спочатку виймають ґрунт I ярусу, потім закріплюють ґрунт під фундаментами, а після цього розробляють до проектної позначки дна котловану (рис. 6.9) [1].

В особливо важких умовах або при неможливості під'їзду в робочу зону екскаватори з ковшем місткістю 0,15...0,25 м<sup>3</sup> можуть бути подані в виїмку стріловим або мостовим краном. Ґрунт розробляють екскаватором з навантаженням в бадді для подальшого транспортування краном з обмеженої зони.



**Рис. 6.8. Схема розробки ґрунту в котловані з влаштуванням піонерної траншеї:**  
 а – поздовжній розріз; б – план; 1 – екскаватор (пряма лопата); 2 – розбирання отвору;  
 3 – автосамосвал; 4 – вісь піонерної траншеї; 5 – піонерная траншея; 6 – стінова панель

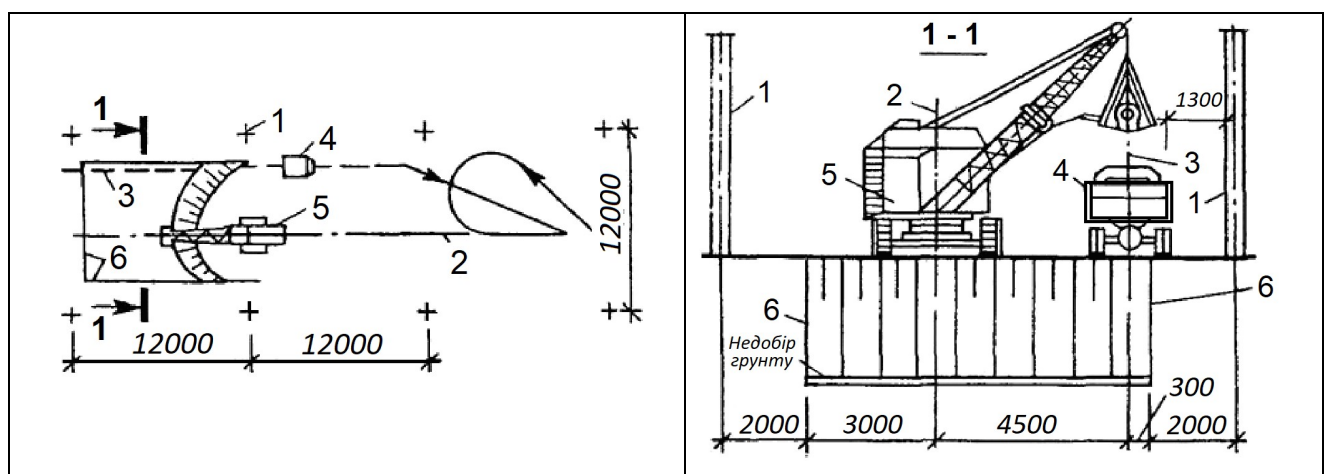


**Рис. 6.9 . Розробка ґрунту в котловані в два яруси:**  
 а – при відсутності конструкцій; б – при наявності поблизу заглибленого фундаменту;  
 I, II – яруси розробки; 1, 3 – екскаватор;  
 2 – автосамосвід; 4, 5 – вісь проходки екскаватору; 6 – ін'єктор

Для зменшення обсягів робіт по зачистці й плануванню ґрунту під проектну позначку, що виконуються вручну після екскаватора, в невеликих котлованах і вузьких траншеях, застосовують такі пристрої й пристосування, що встановлюються на екскаваторі: ківш з прямолінійною ріжучою кромкою, планувальні насадки і скребки до нього; пристрої для контролю глибини копання (глибиноміри); спеціальні пристрої і автоматичні системи, що забезпечують прямолінійний рух ковша, спеціальне робоче обладнання.

Екскаватори, обладнані драглайном і грейфером, застосовують при розробці ґрунту в котлованах і траншеях глибиною понад 6 м. Ґрунт котлованів розробляють екскаватором з драглайном продольноторцевою проходкою. У цехах промислових підприємств з сіткою колон  $12 \times 12$  м котловани розробляють за одну проходку екскаватора. При сітці колон  $12 \times 24$  м - за дві проходки зі зміщенням осі руху екскаватора в сторону колон. Автосамоскиди подають під навантаження в середині прольоту як при першій, так і при другій проходці.

При необхідності влаштування неглибоких котлованів і траншей з вертикальними стінками і глибоких (при наявності шпунтових огорож) застосовують екскаватори з грейферним ковшем (рис. 6.10) [1]. У котлованах, ширина яких перевищує максимальну ширину проходки при переміщенні екскаватора по прямій, ґрунт розробляють проходками з зигзагоподібними рухами.



**Рис. 6.10.** Схема розробки ґрунту в котловані екскаватором з грейфером:

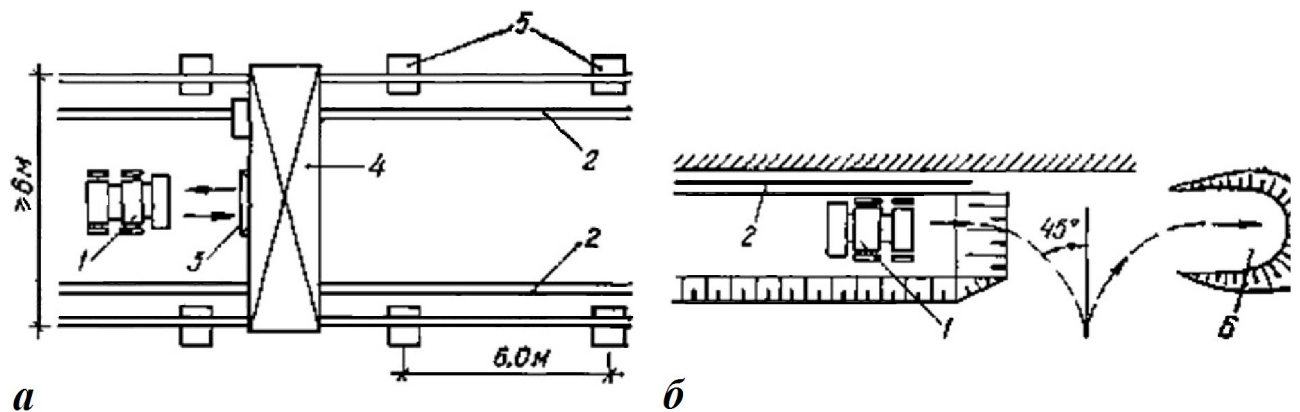
- 1 – колони; 2 – вісь руху екскаватора; 3 – вісь руху автосамоскиду;  
4 – автосамосвал; 5 – екскаватор; 6 – закріплені стінки котловану

Грейферне обладнання на напірної штанзі, встановлене на екскаваторі або крані, рекомендується застосовувати для розробки вузьких глибоких траншей і невеликих глибоких котлованів з вертикальними стінками.

Найбільш часто при розробці ґрунту грейферним обладнанням використовують схему послідовної розробки ґрунту в траншеї, яка після виїмки ґрунту заповнюється збірним або монолітним залізобетоном з встановленням обмежувачів захваток, а також схему розробки ґрунту з розбивкою траншеї на захватки, відокремлюються один від одного ґрунтовими перемичками. Захватки повинні призначатись за умови максимального розкриття ковша грейфера. Ґрунт розробляється з однієї стоянки екскаватора на проектну глибину траншеї.

Використання фронтальних навантажувачів в якості основного обладнання доцільно в умовах обмеженого простору і при реконструкції об'єктів, коли застосування інших видів землерийного (екскаватори) і транспортного (автосамоскиди) обладнання малоефективно або неможливо.

Схема роботи навантажувача в забої залежить від їх конструктивних особливостей, а також розмірів робочої площадки. В умовах реконструкції промислових підприємств найбільш часто застосовуються схеми «навантажувач (виїмка і навантаження ґрунту) - автосамоскід», «навантажувач (виїмка, транспортування і вантаження ґрунту) - автосамоскід», «навантажувач - мостовий кран», «навантажувач - навал» (рис. 6.11) [1, 2].



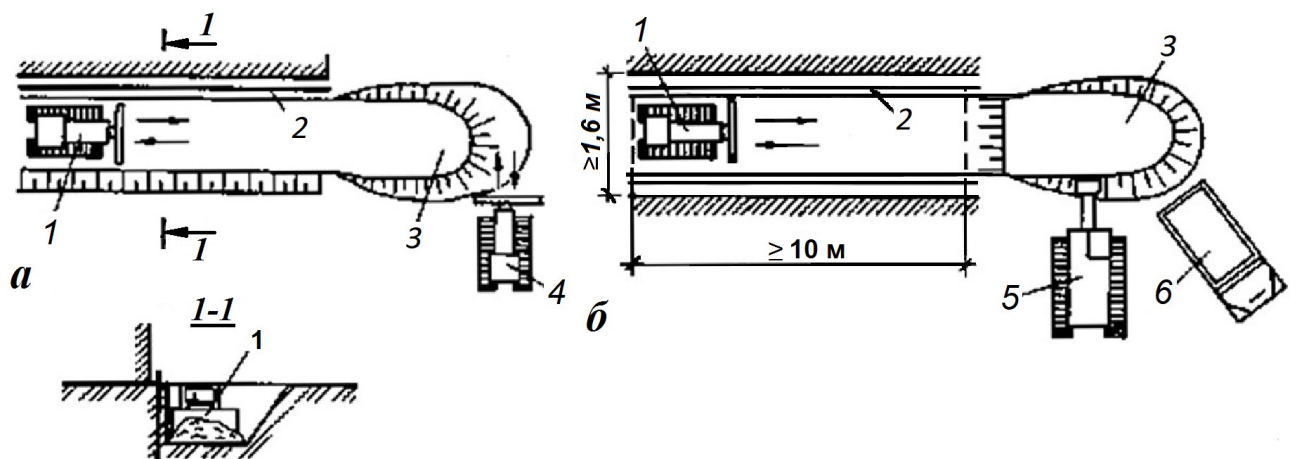
**Рис. 6.11. Схеми розробки ґрунту навантажувачем:**

а – в поєднанні з мостовим краном; б – з доставкою ґрунту в тимчасовий відвал;  
1 – навантажувач; 2 – шпунт; 3 – баддя; 4 – мостовий кран; 5 – колони; 6 – тимчасовий відвал

Крім зазначених схем одноковшові навантажувачі на пневмоколісному ході, завдяки їх універсальності й мобільності, можна використовувати для виконання різноманітних допоміжних робіт (штабелювання сипучих матеріалів, зачистки поверхні, прибирання снігу). Використання в навантажувачах змінних робочих органів дозволяє значно розширити номенклатуру виконуваних операцій, підвищити рівень механізації допоміжних робіт і скоротити їх тривалість.

Для транспортування ґрунту в умовах обмеженого простору всередині діючих цехів, де не можуть бути застосовані автосамоскиди, слід використовувати малогабаритні навантажувачі, Мототележка, а також мостові крани (для доставки баддей з ґрунтом).

Для розробки, переміщення і зворотної засипки ґрунту, а також зачистки і планування дна виїмок в умовах обмеженого простору (вузьких проїздах, траншеях, котлованах всередині будівель) застосовують бульдозери з гідроперекосом відвалу і малогабаритні бульдозери (мікробульдозери) (рис. 6.12).



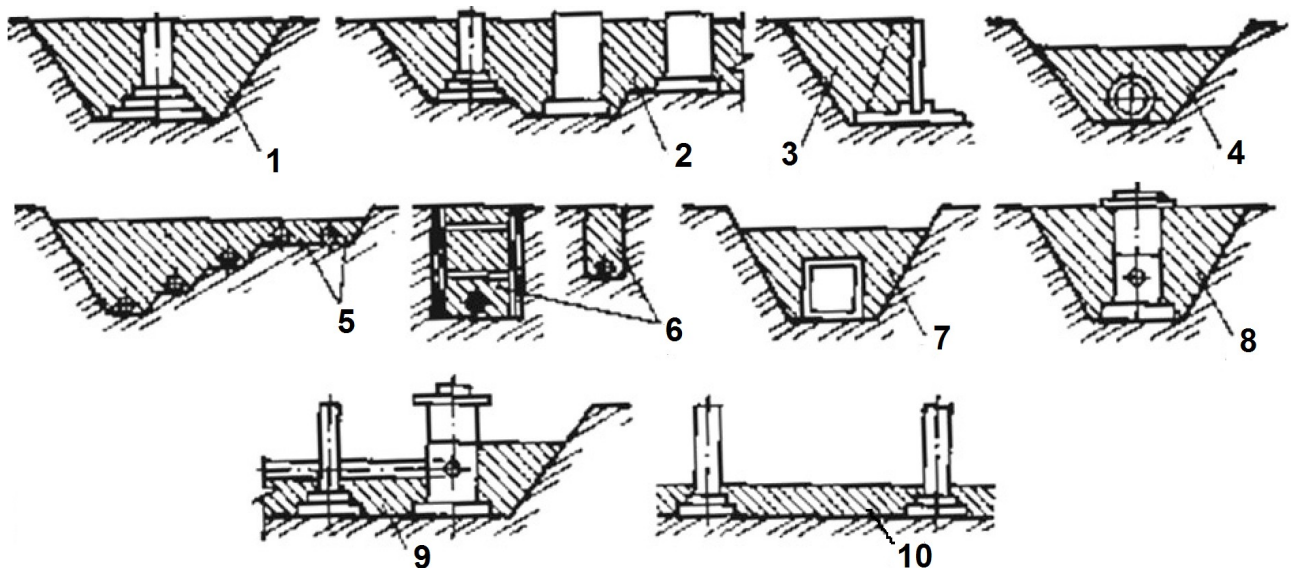
**Рис. 6.12. Розробка ґрунту бульдозером в умовах обмеженого простору:**

- а – з укосом виїмки з одного боку; б – без укосів виїмки; 1 – малогабаритний бульдозер;  
 2 – кріплення стінок виїмки; 3 – проміжний відвал; 4 – бульдозер;  
 5 – екскаватор; 6 – автосамоскід

Схеми використання малогабаритних бульдозерів при розробці й переміщенні ґрунту аналогічні схемам роботи звичайних бульдозерів.

Зворотне засипання ґрунту проводиться відразу після зведення підземної частини будівлі або споруди. До початку зворотної засипки повинні бути виконані наступні роботи: повністю закінчено влаштування фундаментів і перевірено їх проектне положення; зроблена і перевірена гідроізоляція фундаментів; видалені з траншеї або котловану всі допоміжні матеріали, обладнання, механізми; складені акти на приховані роботи і отримано дозвіл замовника на зворотню засипку.

Найбільш часто підлягають ущільненню ґрунти в пазах фундаментів, трубопроводів та ін. (Рис. 6.13).



**Рис. 6.13. Характерні схеми обмежених місць при зворотній засипці й при ущільненні ґрунтів:**

- 1, 2 – пази між стінками котлованів і фундаментами під колони;  
 3 – те ж, між стінками котлованів і підірними стінками; 4 – те ж, між стінками траншей та трубопроводами; 5, 6 – те ж, між трубами та стінками траншей; 7, 8 – те ж, між стінками траншей, колекторами та оглядовими колодязями; 9 – те саме, між трубопроводами;  
 10 – засипання ґрунту під поли всередині будівель

У разі, коли можливий рух автотранспорту в котловані між встановленими фундаментами під колони, відсипання ґрунту проводиться з дальньої точки робочої карти «до себе». При цьому автосамоскиди

переміщуються по основі, на яку укладається шар ґрунту. Якщо розташування фундаментів перешкоджає руху автосамоскидів, відсипанню ґрунту в нижні шари зворотної засипки ведеться з їздою автосамоскидів по відсипаному ґрунту, що покриває виступаючі частини фундаментів шаром товщиною не менше 0,3 м, щоб уникнути їх пошкодження.

Автосамоскид вибирають з урахуванням відвалу бульдозера і умов маневрування на робочому майданчику. Пошарове розрівнювання ґрунту виконується бульдозерами, а в менш доступних місцях - малогабаритними або мікробульдозерами. При ширині провіту між фундаментами менше 0,8 м, де неможливе використання бульдозерів, ґрунт розрівнюють вручну.

Для ущільнення ґрунту в зоні, прилеглий до окремо розташованих фундаментів або іншим підземним комунікаціям, виробляють укочування, вібротрамбування або комбінований вплив на ґрунт (віброукатка, віброущільнення з вантажем). Для цього в залежності від ступеня обмеженості умов виробництва робіт і від властивостей ґрунтів використовують: самохідні катки з гладкими вальцями з кулачковими бандажами на них, виброкатки, самопересувні віброплити, гідромеханічні віброущільнювачі, електричні самопересувні вібротрамбовки і електротрамбівки, а також відбійні молотки зі спеціальними насадками.

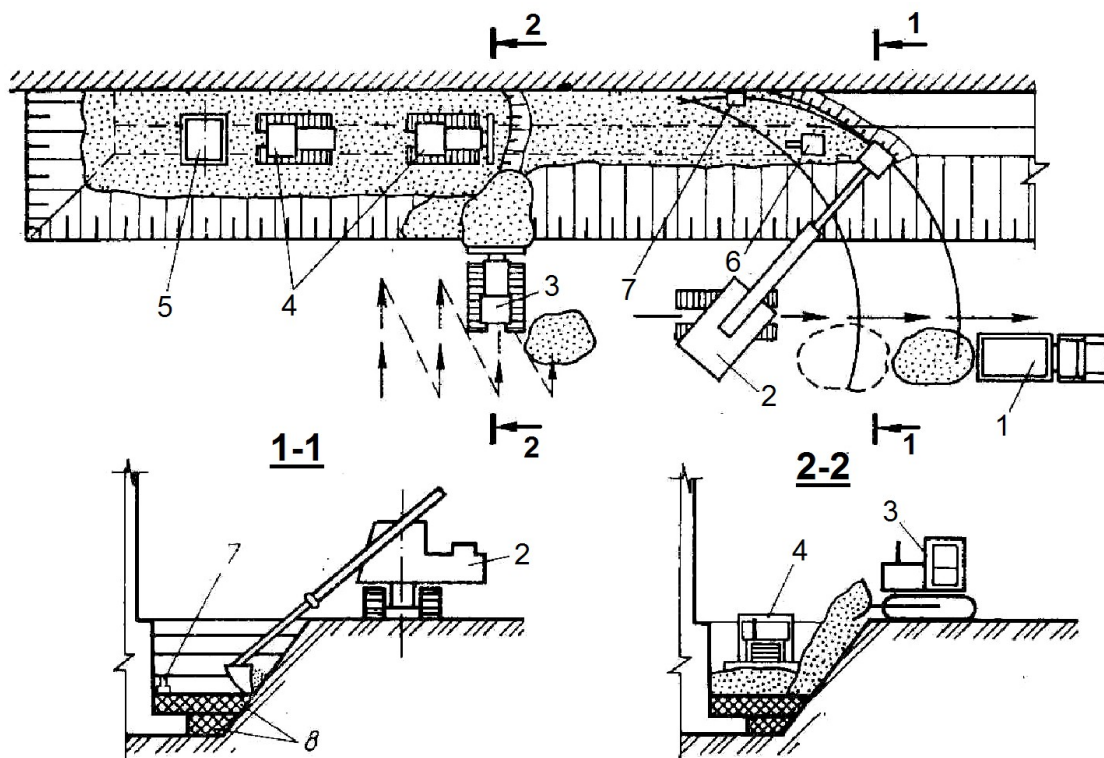
Товщину шару, що ущільнюється призначають в залежності від умов виробництва робіт, видів ґрунтів і застосовуваних засобів ущільнення за результатами досліду ущільнення.

При ущільненні ґрунту в вузьких і глибоких пазухах шириною менше 1,4 м (граничний розмір пазухи, що допускає роботу малогабаритного бульдозера) роботи ведуться в такій послідовності: в нижній (найбільш вузькій) частині пазухи ущільнення ґрунту виконують підвісними вібротрамбуючі плити або пальовими віброзанурювачами на металевих піддонах, що підвішуються до крана, встановленого на брівці котловану; в середній (ширшій) частині пазухи для розрівнювання і ущільнення ґрунту шарами заданої товщини

використовують мікробульдозери і малогабаритні катки, які подають в пазуху краном; у міру розширення пазухи (понад 1,4 м) використовують малогабаритний бульдозер (рис. 6.14) [1, 10].

У місцях зворотних засипок, де неможливо забезпечити якісне ущільнення ґрунту, отриманого при розробці котловану або траншеї, зворотню засипку виробляють тільки малостисливими ґрунтами.

Ущільнення ґрунтів в зимових умовах можливо, якщо відсипання буде вестися неперезволожених талими ґрунтами з кількістю мерзлих включень, що не перевищує допустимої величини. Роботи в цьому випадку повинні проходити на звуженому фронті, при максимальному його насиченні механізованими засобами, з мінімальними перервами і такої інтенсивності, щоб покладений шар ґрунту не замерзав до її ущільнення.



**Рис. 6.14. Схема ущільнення ґрунту зворотних засипок у вузьких і глибоких пазах фундаменту:**

- 1 – автосамоскід; 2 – екскаватор-планувальник; 3 – бульдозер;  
4 – мікробульдозер; 5 – причіпний каток; 6 – віброплита;  
7 – електротрамбівки; 8 – ущільнені шари ґрунту

При припиненні робіт з укладання ґрунту необхідно попередити порушення щільності та монолітності покладеного і ущільненого ґрунту в зв'язку з можливим його замерзанням, а потім оттаиваниєм. Для цього необхідно останні два-три шари ґрунту укласти в насип з вологістю, що не перевищує 0,8...0,9 межі розкочування, після чого відсипати ще один шар ґрунту без ущільнення. Навесні слід перевірити стан верхнього шару і в разі виявлення деформацій переробити і ущільнити цей шар ґрунту. У зимовий час допускається без обмеження виробляти відсипання з попередньо розпушених скельних ґрунтів, гравію, щебеню, крупного і середньої крупності піску.

### **6.3. Безпека праці при виробництві земляних робіт**

Земляні роботи, що виконуються в умовах реконструкції, відносять до робіт підвищеної небезпеки, тому вони повинні виконуватися за нарядом-допуском під контролем майстра.

Заходи з техніки безпеки при виробництві земляних робіт на діючих підприємствах і в цехах розробляються і затверджуються замовником і генеральним підрядником.

Відповідальність за їх дотримання несуть керівники будівельно-монтажних організацій та діючого підприємства. При недотриманні замовником затверджених заходів з техніки безпеки, створюються умови, які загрожують життю та здоров'ю працюючих. Роботи повинні бути припинені до усунення небезпеки. Припинення роботи оформляється актом.

Працівники повинні пройти інструктаж з правил безпечної поведінки в зоні виробництва будівельно-монтажних робіт (БМР).

Підставою для виконання робіт в діючому цеху повинен бути наказ (розпорядження) по підприємству (цеху) із зазначенням осіб, відповідальних за підготовку обладнання і конструкцій до вказаних робіт, за проведення заходів, необхідних для забезпечення безпеки цих робіт і оперативного зв'язку з підрядником.

Для забезпечення безпеки робітників і персоналу підприємства робоча зона повинна бути огорожена. Знаходяться в ній силові лінії, комунікації та технологічне обладнання необхідно перенести або захистити. При виконанні робіт в умовах діючого цеху інженерні мережі повинні бути, як правило, відключені, закорочені, а обладнання і технологічні трубопроводи звільнені від вибухонебезпечних, горючих, токсичних речовин і нейтралізовані. Виробництво земляних робіт в зоні розташування підземних комунікацій допускається тільки з письмового дозволу організації, відповідальної за експлуатацію цих комунікацій. Розробляти ґрунт в безпосередній близькості від діючих підземних комунікацій допускається тільки лопатами без різких ударів. Користуватися ударними інструментами забороняється.

Для проходу робітників в котловани і траншеї слід установлювати драбини шириною не менше 0,6 м з поручнями або приставні сходи. Котловани і траншеї в місцях, де відбувається рух людей і транспорту, повинні бути огорожені.

Забороняється встановлення будівельних і транспортних машин і різного устаткування в межах призми обвалення ґрунту виїмки.

При влаштуванні виїмок з кріпленням машини і обладнання можуть перебувати в межах призми обвалення, що повинне обґрунтовуватися відповідними розрахунками, які враховують міцність кріплення і величину навантаження.

Стінки котлованів і траншей, які розробляються землерийними машинами, повинні кріпитися безпосередньо за розробкою ґрунту.

При розробці котловану екскаватор під час роботи потрібно встановлювати на спланованій площадці; щоб уникнути мимовільного переміщення необхідно закріплювати його інвентарними упорами. Під час перерви в роботі екскаватор слід перемістити від краю котловану на відстань не менше 2 м, а ківш опустити на ґрунт.

При роботі екскаватора не дозволяється перебувати людям в радіусі дії екскаватора 5 м, а також здійснювати будь-які інші роботи з боку забою.

Поєднувати земляні роботи з іншими роботами в котловані можна тільки відповідно до розроблених технологічних карт в ПВР.

Одностороння зворотна засипка фундаментів і стін допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Ущільнювати ґрунт трамбуванням поблизу підірних стін фундаментів та інших конструкцій потрібно на відстані й в порядку, зазначених в проекті виконання робіт.

При розробці об'єктних будгетпланом слід визначити плани пересування людей до робочих місць, зони дії машин, механізмів і обладнання, зберігання вибухонебезпечних і горючих матеріалів; при необхідності передбачити ізоляцію зони в діючому цеху.

### **Питання для самоконтролю**

1. Перелічіть види кріплень стінок котлованів і траншей в обмежених умовах.
2. Яка технологічна послідовність влаштування кріплень стінок котлованів методом торкретування?
3. Що являють собою збірні кріплення?
4. Яким чином забезпечується стійкість огорожень котлованів?
5. Яка технологічна послідовність устрою буроін'єкційних анкерів?
6. Яка область застосування струменевої технології при кріпленні стінок котлованів?

## **Тема 7. СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

### **7.1. Причини, необхідності підсилення конструкцій**

Бетонні, залізобетонні та кам'яні конструкції складають основну частину будь-якої будівлі або споруди, що реконструюється. У процесі експлуатації ці конструкції зазнають фізичного та морального зношування, ступенем яких визначається необхідність підсилення конструкцій.

Бетонні, залізобетонні та кам'яні конструкції підлягають підсиленню з двох причин:

1. Збільшення навантажень на них внаслідок заміни або підсилення вищерозташованих конструкцій (надбудова, прибудова), або при заміні технологічного обладнання (верстати, ліфти, ескалатори, крани тощо) таким, що має більшу, ніж до реконструкції, масу.

2. Втрата несучої здатності внаслідок експлуатації: динамічні навантаження, агресивні експлуатаційні та атмосферні середовища, неправильна експлуатація (агресивне середовище, протікання систем водопостачання та каналізації, атмосферні впливи); випадкові ушкодження, аварії.

Підсилення бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкцій зазвичай вимагає значно менше витрат, ніж їх заміна, проте передбачається відповідальний і висококваліфікований підхід до виконання складного комплексу будівельних робіт.

## 7.2. Методи підсилення залізобетонних конструкцій

Проблема реконструкції будівель та споруд нині має першорядне значення. Це пов'язано з необхідністю впровадження нових технологій, оновлення виробництва, що спричиняє зміну навантажень на елементи, умов експлуатації та функціонального призначення.

Підсилення конструкцій належить до складних, відповідальних і небезпечних робіт, тому вони повинні бути виконані під особистим керівництвом майстра чи виконроба. Підсилення залізобетонних конструкцій здійснюється відповідно до робочої документації та ПВР з дотриманням положень нормативних документів:

- з ремонту, реконструкції та реставрації житлових та громадських будівель та споруд - ДБН В.3.2-2-2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення;

- проектування - ДСТУ 9271:2023. Настанова з проектування та виконання будівельних робіт в умовах ущільненої забудови;

- виконання робіт та приймання монолітних залізобетонних та сталевих конструкцій: ДСТУ 9288:2024. Організація і технологія ремонту, підсилення та відновлення будівельних об'єктів; ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд

- організації будівництва - ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва;

- безпеки праці - ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві

Вибір способів підсилення визначається поєднанням причин, що викликають необхідність посилення.

Рішення про технічну спроможність та економічну доцільність підсилення конструкцій повинно прийматися у кожному конкретному випадку залежно від їх стану та експлуатаційних вимог, а також з урахуванням результатів порівняння вартості підсилення з вартістю заміни чи зведення нової конструкції.

У практиці реконструкції використовуються два основні способи підсилення будівельних конструкцій:

1. Зміна конструктивної схеми.
2. Збільшення поперечного перерізу елементів.

Перший спосіб передбачає підсилення конструкцій шляхом встановлення додаткових жорстких і пружних опор, що дозволяє збільшити початкову здатність, що несе, в 2-3 рази. Жорсткі опори зазвичай влаштовуються в прольотах згинальних конструкцій у вигляді колон, що окремо стоять (металевих, залізобетонних, зрідка дерев'яних) або у вигляді підвісок. Влаштування підвісок особливо ефективно при їх розташуванні в площині стін, перегородок. Значне посилення несучої здатності елементів (балок, ригелів тощо) досягається введенням різних затяжок.

Підсилення другим способом (нарощуванням) передбачає збільшення перерізів елементів за рахунок влаштування металевих, бетонних, залізобетонних, полімерних обойм. При цьому обойми можуть охоплювати підсилювані конструкції з однієї, кількох сторін або замкнутими. Якість підсилення конструкцій залежить від ступеня зчеплення (обхвату) існуючого елемента з підсилювачем.

При реконструкції та технічному переозброєнні найчастіше зустрічаються способи підсилення, пов'язані або зі збільшенням розмірів поперечного перерізу конструкції, або зі зміною роботи конструкції [6].

Нарощування виконують з боку однієї або двох граней підсилюваної конструкції (рис. 7.1), застосовують для посилення стиснутої зони конструкцій, що згинаються і стисло-згинаються (колони, балки, плити покриття і перекриття та ін.) [1, 2, 6].

Оболонка влаштовується з трьох сторін конструкції, що посилюється, коли відсутня можливість охопити поперечний переріз з усіх чотирьох сторін (крайні колони, балки монолітного перекриття, поздовжні ребра ребристих плит тощо). При влаштуванні оболонок слід забезпечувати анкерування додаткової поперечної арматури з вільним кінцем шляхом її приварювання до арматури конструкції, що посилюється, або анкеруванням за допомогою поздовжніх стрижнів (рис. 7.2) [1, 2, 6].

Залізобетонні обойми охоплюють поперечний переріз конструкції, що підсилюється, з усіх чотирьох сторін (рис. 7.3). Підсилення обоймами залізобетонних конструкцій є одним із найпоширеніших способів [1, 6].

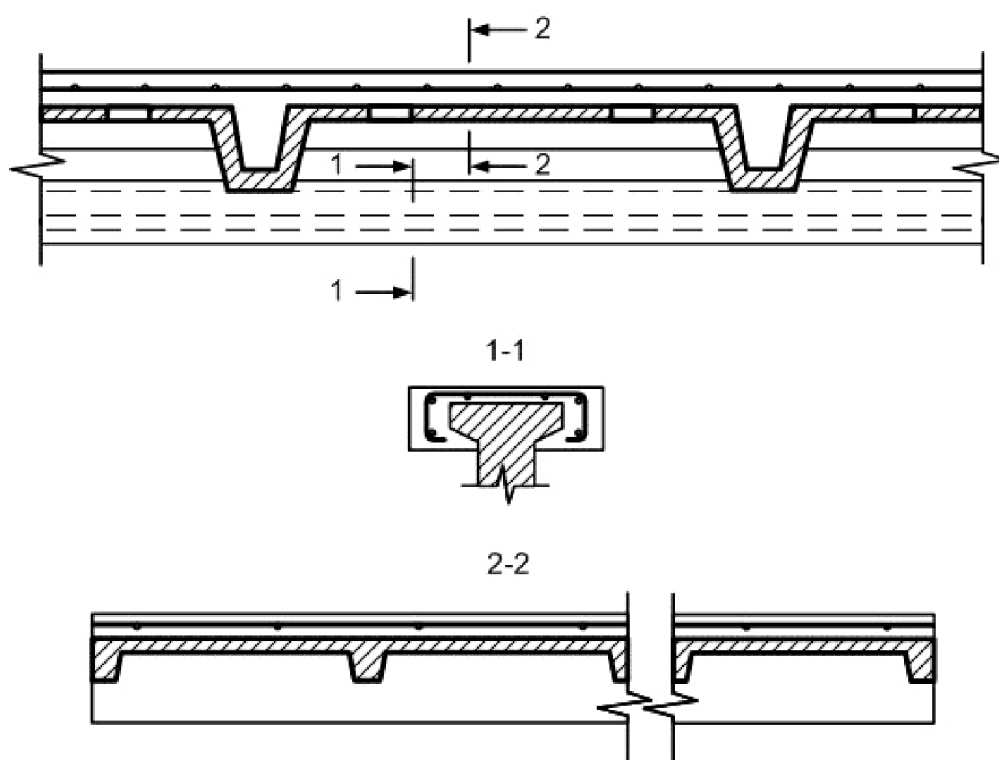


Рис. 7.1. Схеми підсилення балок та плит перекриття наросуванням

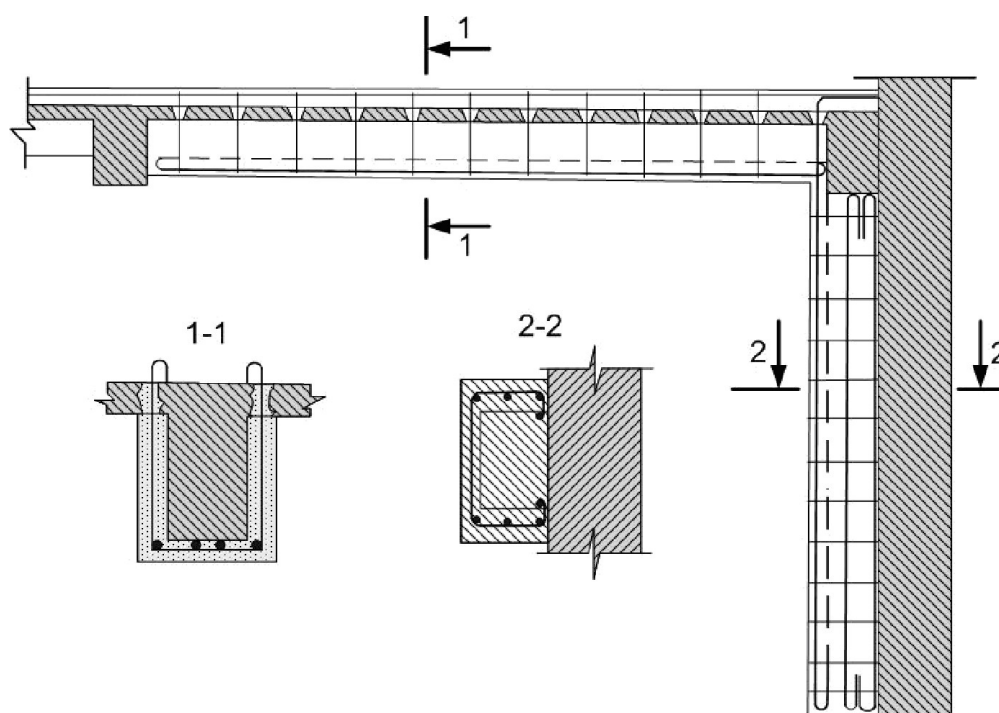
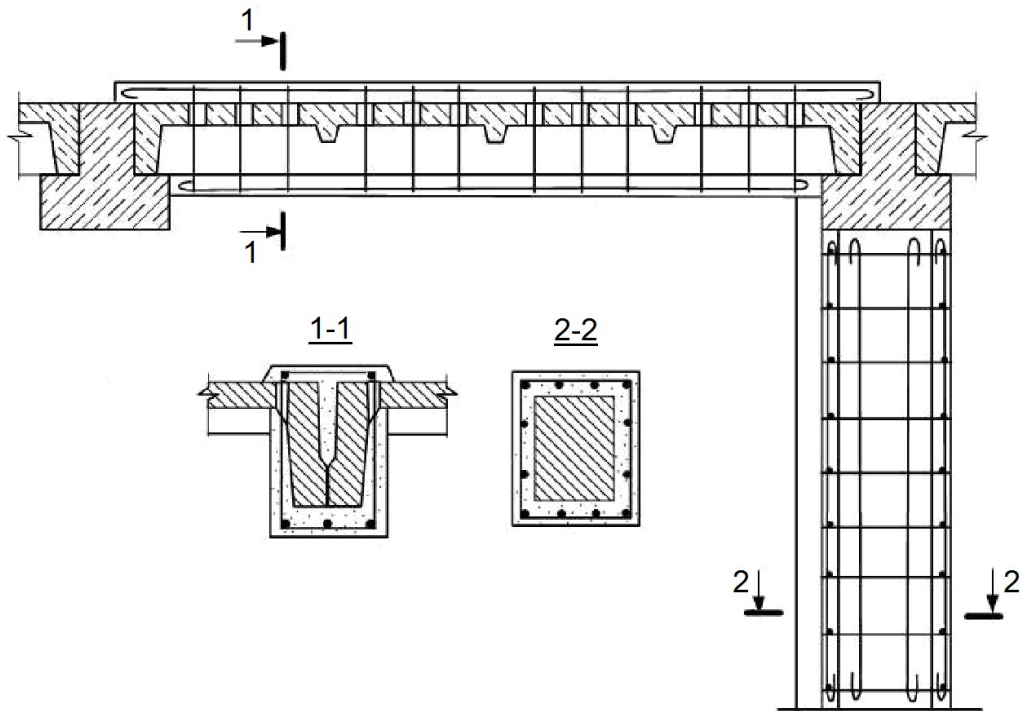


Рис. 7.2. Схема підсилення монолітної балки та колони залізобетонною оболонкою



**Рис. 7.3. Схема підсилення плити та колони залізобетонною обоймою**

При цьому клас бетону нарощування, оболонок і обойм повинен бути не нижче, ніж у бетону конструкції, що підсилюється, але не нижче С 16/20.

Широке використання нарощування, оболонок та обойм обумовлено:

1) простотою підсилення, застосуванням в якості опалубки однієї або декількох сторін конструкції, що підсилюється;

2) можливою зміною схем роботи конструкцій у запас міцності.

Однак вони мають і низку недоліків:

1) повна або часткова зупинка основного виробництва;

2) вимоги до максимально можливого розвантаження елементів, що підлягають підсиленню;

3) обмежені умови робіт, нетипові рішення, наявність великої кількості ручної праці;

4) складність вібрування чи відмова від нього;

5) необхідність забезпечення надійного зчеплення в контактному та робочому швах.

Існує кілька способів визначення товщини елементів посилення:

- за розрахунком;

- з конструктивних міркувань;

- згідно технологічних вимог.

За конструктивними вимогами товщина підсилення приймається 3...6 см. Мінімальні товщини елементів підсилення згідно технологічних вимог представлено у табл. 7.1 [5].

Таблиця 7.1

**Мінімальні товщини об'єм, нарощувань, що визначаються технологічними вимогами**

| Конструктивні елементи                  | Мінімальна товщина, см   |                           |
|---|--------------------------|---------------------------|
|   | В опалубці з вібруванням | Торкретування та набризок |
| Колона                                  | 8                        | 5                         |
| Бічні стінки балок                      | 6                        | 3                         |
| Нижні пояси балок                       | 12,5                     | 5                         |
| Стінки резервуарів та силосів           | 8                        | 3,5                       |
| Плити перекриття при нарощуванні зверху | 3,5                      | -                         |
| Плити перекриття при нарощуванні знизу  | 6                        | 3,5                       |

Основні методи підсилення, пов'язані із зміною роботи конструкції: введення додаткових опор, переднапружених елементів та ін, є більш складними порівняно з методами збільшення поперечного перерізу намонолічуванням. Основна перевага таких методів полягає у зміні схеми роботи конструкції на запас міцності (наприклад, введення проміжних опор або переднапружених елементів у розтягнутій зоні конструкції) [6].

Однак вони мають і низку недоліків:

1. Повна чи часткова зупинка основного виробництва.
2. Вимоги до максимально можливого навантаження елементів.
3. Наявність великої кількості «мокрих» робіт, ручної праці, додаткових конструкцій. Наприклад, при встановленні додаткових опор може виникнути питання про влаштування додаткових фундаментів, а, отже, необхідно виконати цикл робіт з демонтажу конструкцій перекриття першого поверху, влаштування траншей або ям, опалубки та ін.

4. Необхідність надійного включення додаткових конструкцій у роботу.

У загальному випадку встановлення додаткових опор із залізобетону або сталі, а також встановлення додаткових елементів, що напружуються,

аналогічна виробництву робіт нового будівництва. Особливість виконання робіт тут полягає у спільній роботі конструкції після посилення шляхом включення її в роботу.

Технологічні рішення всіх методів посилення мають багато спільного. Конструкції посилення повинні відповідати таким технологічним вимогам:

- забезпечити простоту влаштування;
- бути уніфікованими в межах об'єкта, що реконструюється;
- допускати підгонку за місцем;;
- розміри та маса конструкцій посилення повинні відповідати характеристикам наявних механізмів;
- забезпечувати членування робіт на низку паралельних процесів, щоб скоротити тривалість будівництва.

### **7.3. Основні вимоги до матеріалів, що використовуються для підсилення залізобетонних конструкцій**

**Арматурна сталь.** Для підсилення застосовують переважно арматурну сталь S240, S400, S500 .

**Бетони та розчини.** Для закладення гнізд і отворів застосовується розчин для захисних цементних штукатурок, дрібнозернистий бетон класу не нижче С 16/20 .

**В'яжуче.** Як в'яжучий для виготовлення бетону застосовується портландцемент активністю не нижче 400. Це класичний варіант.

При необхідності виконання робіт в найкоротші терміни і в аварійних ситуаціях рекомендується застосовувати гіпсоглиноземистий цемент, що розширюється, глиноземистий, що напружують цементи НЦ-20, швидкотвердіють та інші, але при цьому необхідно контролювати усадку при твердінні бетону. Вид цементу рекомендується вибирати відповідно до табл. 7.2.

Для торкретування застосовуються високомарочні цементы. У звичайних умовах використовується портландцемент активністю 500, а для намонолічування - швидкотвердне.

Таблиця 7.2

## Область застосування цементу

| Види цементу                            | Область застосування  |
|---|---|
| Портландцемент<br>М 400, 500            | Влаштування обойм, оболонок, набетонок, підливок з укладанням бетонної суміші вібруванням, влаштування оболонок торкретуванням або набризком  |
| Глиноземний цемент<br>М 400, 500        | Влаштування обойм, оболонок і набетонок, усунення місцевих пошкоджень з витриманням бетону при температурі 7 - 25 ° С у вологих або повітряно-вологіх умовах. Бетонну суміш укладають переважно торкретуванням і набризком. Повинні застосовуватися склади, що забезпечують мінімальну усадку бетону.         |
| Гіпсоглиноземистий цемент<br>М 400, 500 | Влаштування обойм, оболонок, набетонок та підливок з укладанням бетонної суміші вібруванням. Ремонт поверхні устроєм торкрет-штукатурки   |
| Напружуючий цемент НЦ-20                | Влаштування обоймоболонок, набетонок, підливок з укладанням бетонної суміші вібруванням. Влаштування набетонок, оболонок торкретуванням, набризком. Ремонт емностей та конструкцій, що сприймають гідравлічний тиск. Закладення стиків, швів, тріщин у конструкціях. Створення монолітності збірних елементів |

**Заповнювач.** Великий заповнювач для бетонів повинен відповідати таким вимогам. Максимальна крупність заповнювача:

- при ущільненні бетонних сумішей вібруванням не повинна перевищувати 20 мм, за винятком масивних обойм, але не більше ніж 1/5 товщини обойми;

- при нанесенні набризком - 20 мм, але не більше половини товщини конструкції, що бетонується;

- при торкретуванні 8...10 мм залежно від паспортних даних цемент-гармат;

- при заливанні дрібнозернистим бетоном порожнин товщиною до 50 мм – не більше 5 мм, висотою понад 50 мм – 10 мм;

- у густоармованих набетонках, обоймах крупність заповнювача має перевищувати 2/3 відстані між арматурними стрижнями.

Дрібний заповнювач - пісок має бути чистим і сухим .

Основні вимоги до бетонної суміші та бетону:

- хороша зручність укладення суміші при обмеженій можливості її ущільнення в обмежених умовах;
- забезпечення спільної роботи старого та нового бетону, недопущення утворення тріщин у новому бетоні та контактному шві внаслідок усадки;
- Забезпечення заданих експлуатаційних характеристик;
- Забезпечення безпеки арматури.

Одним з найбільш простих та ефективних способів, спрямованих на регулювання властивостей бетонної суміші, структурних та фізико-механічних характеристик бетонів, є введення добавок, що пластифікують, або напружуючого цементу.

#### **7.4. Технологічні особливості виконання робіт з посилення залізобетонних конструкцій**

У загальному випадку всі роботи з посиленню виконуються у певній послідовності. **Принципова схема робіт** наступна:

1. Розвантаження підсилюваної конструкції, підведення підтримуючих та захисних конструкцій.
2. Підготовка поверхні конструкції до посилення.
3. Забезпечення зчеплення матеріалів.
4. Арматурні роботи.
5. Опалубні роботи.
6. Бетонування (у т.ч. монтажні роботи).
7. Включення посиленої конструкції у роботу.

Розвантаження конструкції до посилення полягає у знятті тимчасових і частково постійних навантажень, підведенні розвантажувальних опор і конструкцій або систем. Види підтримуючих конструкцій при розвантаженні розглядаються. При цьому підтримуючі конструкції підводяться не тільки під елементи посилення, але й інші елементи, що поряд розташовують, стійкість яких може бути порушена. За відсутності спеціальних вказівок у робочій документації під конструкції необхідно підводити опори після видалення

слабоміцного бетону при зменшенні довжини площі спирання збірних залізобетонних конструкцій та ін.

Наступна принципово важлива після розвантаження технологічна операція - підготовка поверхні конструкції та забезпечення надійного зчеплення в контактному та робочому швах.

Підготовка поверхні конструкції до підсилення. Стан поверхні конструкцій до підсилення та якість її підготовки істотно впливають на спільну роботу конструкції після підсилення. Загалом підготовці конструкції передують видалення слабоміцного бетону в дефектних зонах за допомогою механізованого інструменту або вручну. При видаленні слабоміцного бетону дотримуються наступного правила. Зруйнований по периметру перерізу бетон видаляється перпендикулярно до поздовжньої осі елемента, на бічних поверхнях - паралельно до поздовжньої осі елемента.

Загалом, зчеплення можна забезпечити за допомогою спеціальних конструктивних та технологічних заходів.

#### **Конструктивні заходи:**

- Збільшення фактичної площі активної поверхні старої конструкції;
- Влаштування анкеруючих шпонок, виступів, зміжок, пазів, отворів у старій конструкції.

#### **Технологічні заходи:**

- Використання цементів близького за складом до цементу старого бетону;
- забезпечення необхідної рухливості та формуваності бетонної суміші підсилення;
- використання клеючих складів, прошарків;
- активізація старого бетону;
- ущільнення бетонної суміші;
- догляд за бетоном намонолічування та ін.

Якісне виконання технології підготовки поверхні посилюється конструкції, висока технологічна дисципліна виробництва мають значний вплив на зчеплення. З наявних технологій підготовки поверхні найбільшого

поширення набула суха механічна очистка. Умовна класифікація технологій очищення наведена на рис. 7.4.



Рис. 7.4. Умовна класифікація технологій очищення поверхні

Забезпечення зчеплення. Контактний шов конструкції після підсилення повинен виключати переміщення поверхонь, що стикуються, відносно один одного. Число контактних швів між старим та новим бетоном зводиться до мінімуму. Від підготовки контактної шва, матеріалів, що застосовуються, бетонування залежить подальша спільна робота підсиленої конструкції.

Для забезпечення надійного стику бетон підсилюваної конструкції піддають додатковій обробці з метою підвищення шорсткості одним з перерахованих вище способів. Очищення арматури та закладних деталей від іржі проводиться в основному механічним способом.

Зростання зчеплення забезпечується рахунок збільшення фактичної площі контактної шва. Досягається це створенням шорсткості, хвилястості, насічок. Найкраще зчеплення забезпечується при розвиненій шорсткості до 5 мм. Гладкі поверхні не мають таких переваг.

Можна підвищити зчеплення за рахунок пристрою отворів, анкеруючих випусків, змійок, анкерів у конструкції, що посилюється (рис. 7.5).

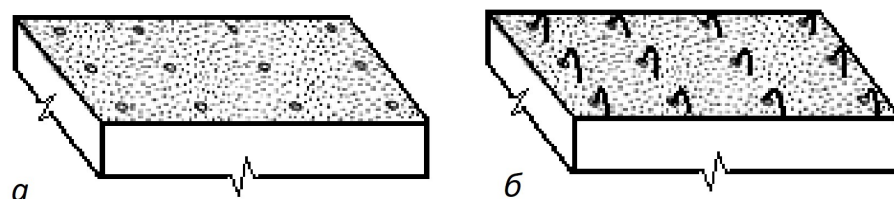
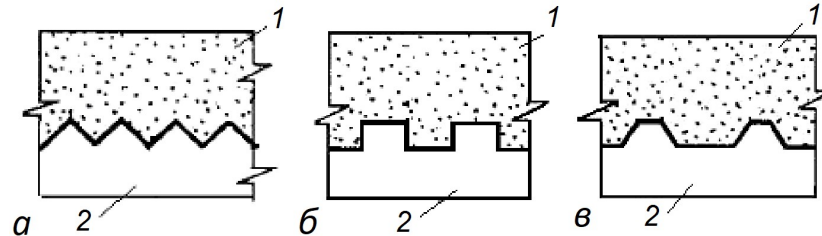


Рис. 7.5. Поверхня старого бетону:  
а – з отворами; б – з анкеруючими змійками

Поліпшується зчеплення старого та нового бетону пристроєм шпонок, які можуть бути трикутною, прямокутною або трапецієподібною формою (рис. 7.6). Однак влаштування шпонок є досить трудомісткою роботою.



**Рис. 7.6. Шпонковий контакт:**

а – трикутні шпонки; б – прямокутні;  
в – трапецієподібні; 1 – збірний елемент; 2 – монолітний бетон

Таким чином, влаштування шорсткості поверхні старого бетону, отворів, пазів, анкеруючих шпонок, випусків, змійок сприяють збільшенню міцності контактного шва.

Найбільше зчеплення досягається, якщо у старого бетону та бетону посилення застосовуються однакові або близькі за своїми властивостями та мінералогічним складом цементу. В даний час для збільшення зчеплення старого і нового бетонів при посиленні намонолічуванням застосовуються різноманітні клеючі склади та прошарки: цементний клей, полімерцементний розчин, полівінілацетатна дисперсія, епоксидний або силосановий клей та ін. Застосування клею підвищує зчеплення між старим бетоном. Однак ця технологія використовується при малих обсягах робіт і при необхідності дуже міцності контактного шва. Це пов'язано високою вартістю матеріалу, що клеїть. Рациональна кількість клею, що одночасно готується, для з'єднання старого і нового бетону в горизонтальних швах при масовому виробництві робіт визначається виходячи з можливості його нанесення протягом часу, рівного технологічній життєздатності клеїв.

Останнім часом широко використовуються у практиці підсилення модифіковані бетони. Модифіковані бетони дозволяють не тільки скоротити на 10...25 % енергоємність та витрату цементу на 10...15 %, а й знизити на 15...40 % трудомісткість укладання бетонної суміші за рахунок часткового або

повного виключення операцій з її ущільнення, підвищити якість бетонних робіт, що є актуальним із веденням робіт у обмежених умовах.

**Арматурні роботи** З'єднання арматури зазвичай проводиться ручним дуговим зварюванням або в'язкою. Усі роботи виконуються так, як і у новому будівництві .

**Опалубні роботи.** Основне призначення опалубки при підсиленні - надання потрібної форми бетонної суміші до її затвердіння та досягнення бетоном намонолічування необхідної міцності. Опалубні роботи виконуються з урахуванням вимог, як і у новому будівництві.

Раціональні типи опалубок та технологію виробництва опалубних робіт визначають на стадії розробки проекту виконання робіт з урахуванням умов реконструйованого об'єкта, виду бетонованих конструкцій, ступеня армування, температурних умов, інтенсивності бетонування та наявності оснастки у будівельників.

У практиці реконструкції найширше застосовуються такі типи опалубки:

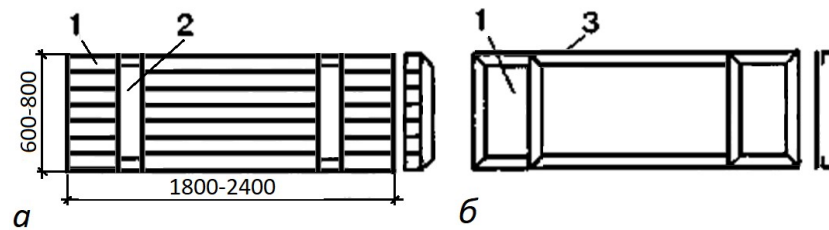
- розбірно-переставна (дрібнощитова, великощитова);
- блокова;
- незнімна.

За способом кріплення та встановлення опалубки в проектне положення її поділяють таким чином:

- опалубка, що спирається на нижчі або вище розташовані конструкції;
- опалубка, що навішується на бетонну конструкцію.

Часто при бетонуванні конструкцій в умовах реконструкції використовується **дрібнощитова розбірно-переставна опалубка** (рис. 7.7). Ця опалубка являє собою дерев'яні, деревометалеві, металеві або пластикові щити розмірами 1,8-2,4 x 0,6-0,8 м масою до 50 кг. Палубу опалубки можна виконувати із водостійкої фанери завтовшки 12-16 мм.

Особливо ефективні щити металодерев'яної опалубки, оскільки вони досить міцні, що дозволяє багаторазово її використовувати. У каркасі з кутової сталі влаштовані отвори, що дають можливість зручного кріплення щитів як між собою, так і до арматури.

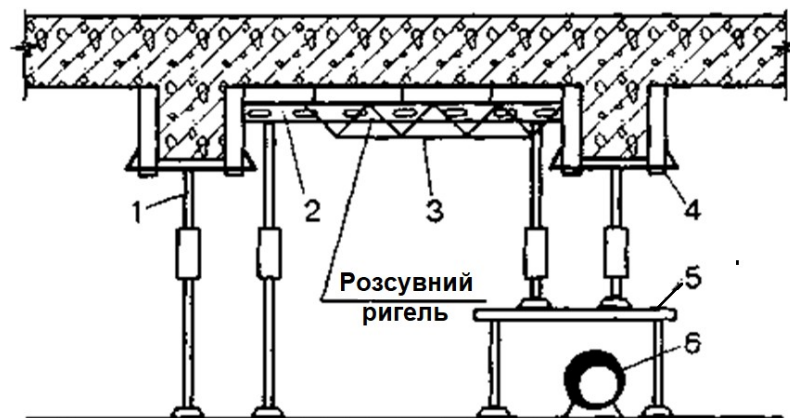


**Рис. 7.7. Конструкція дрібнощитової опалубки:**

а – дерев'яна; б – металодерев'яна;

1 – палуба; 2 – каркас дерев'яний; 3 – металевий каркас

Для встановлення опалубки при бетонуванні конструкцій перекриття (рис. 7.8) спочатку влаштовують риштування або ліси, потім встановлюють стійки, які сприйматимуть навантаження від опалубки, арматури та бетонної суміші. Потім по стійках укладають ригелі, на які щільно укладають щити опалубки.



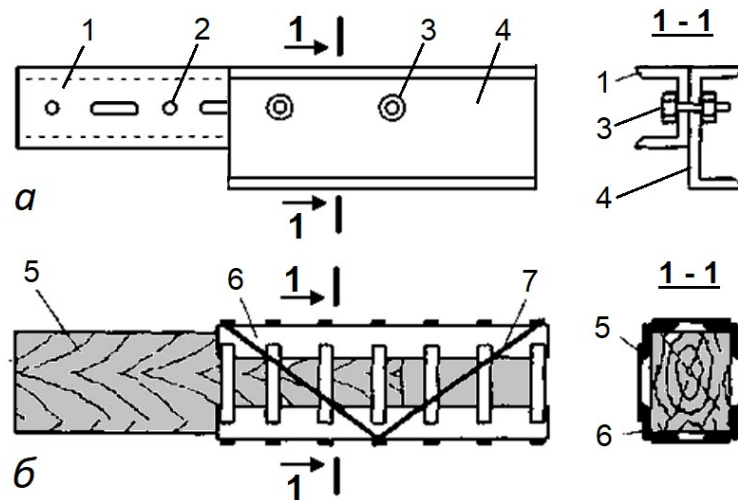
**Рис. 7.8. Схема встановлення опалубки при бетонуванні перекриття:**

1 – телескопічна стійка; 2 – щити опалубки; 3 – підтримуючий ригель;

4 – трубочина для кріплення опалубки балки; 5 – металеві опорні елементи;

6 – технологічний трубопровід

У зв'язку з тим, що типових конструкцій дуже мало, при реконструкції будівель постійно змінювати розміри і форми опалубки. Тому раціонально використовувати розсувні дерев'яні чи металеві ригелі, що дозволяють уніфікувати встановлення опалубки з різними типорозмірами (рис. 7.9).



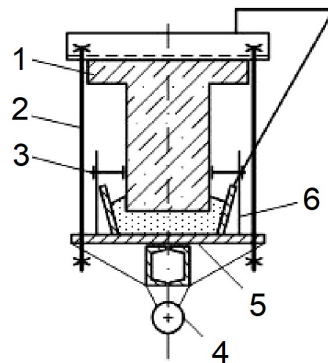
**Рис. 7.9. Конструкція розсувних ригелів:**

а – металевий ригель, б – деревометалевий ригель:

1 – швелер; 2 – отвори; 3 – сполучний елемент; 4 – швелер;

5 – дерев'яна балка; 6 – металева просторова балка; 7 – елемент жорсткості

**Блокові опалубки** представлені у вигляді блок-форм, які складаються із щитів та підтримуючих елементів, зібраних у просторові блоки (рис. 7.10). Застосовується для намонолічування окремо стоять і фрагментів великорозмірних конструкцій, які сприймають великі навантаження (ростверків, східчастих і стовпчастих фундаментів, а також посилення підкранових балок), при зведенні замкнутих елементів невеликого об'єму.



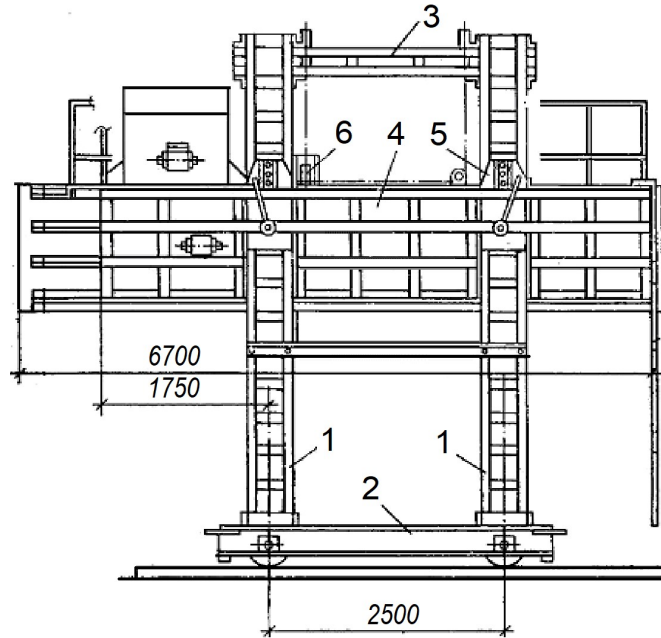
**Рис. 7.10. Схема підсилення розтягнутої зони підкранової балки з використанням блок-форми:**

1 – балка; 2 – підвіска; 3 – притискний гвинт; 4 – вібратор;

5 – блок-форма; 6 – бетон підсилення

**Горизонтально-переміщувана.** Складається із щитів, у тому числі криволінійного контуру, закріплених на просторовому каркасі (рис. 7.11).

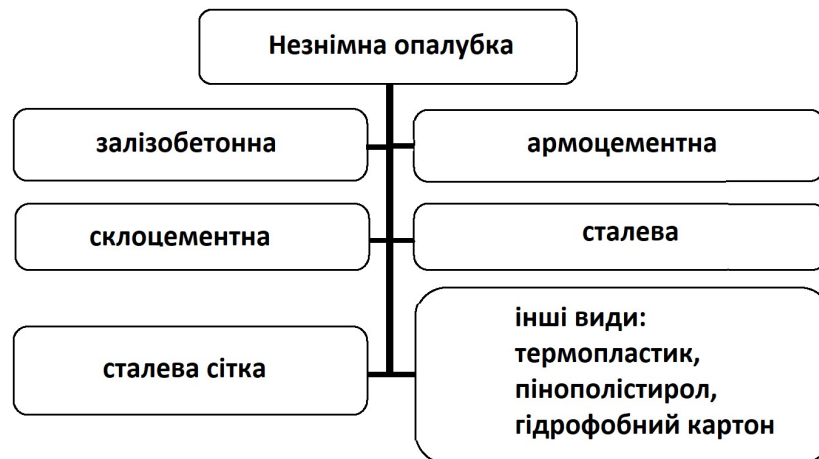
Переміщається вздовж споруди, що зводиться на візках або інших пристосуваннях. Застосовується для зведення та посилення тунелів, підпірних стін, водоводів, колекторів та інших протяжних конструкцій.



**Рис. 7.11. Горизонтально-переміщувана опалубка:**

1 – колони порталу; 2 – візок; 3 – балка; 4 – щит опалубки;  
5 – притискний пристрій; 6 – лебідка підйомника щитів

**Незнімна.** Складається із щитів, що залишаються після бетонування в тілі конструкції та інвентарних підтримуючих елементів. Класифікація незнімних опалубок наведено на рис. 7.12.



**Рис. 7.12. Класифікація незнімних опалубок**

Відмінною особливістю даного виду опалубки є те, що вона може виконувати додаткові функції: облицювання, гідроізоляції, утеплювача та ін. Незнімна опалубка - дозволяє істотно скоротити трудомісткість і терміни виконання робіт за рахунок виключення розпалу блявання. Переваги незнімної опалубки показано на рис. 7.13.

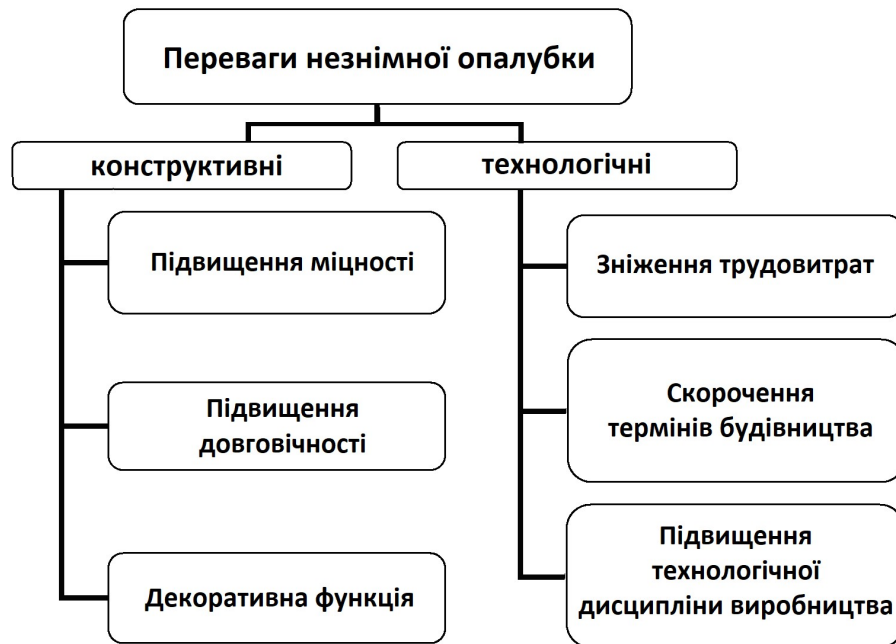


Рис. 7.13. Особливості незнімних опалубок

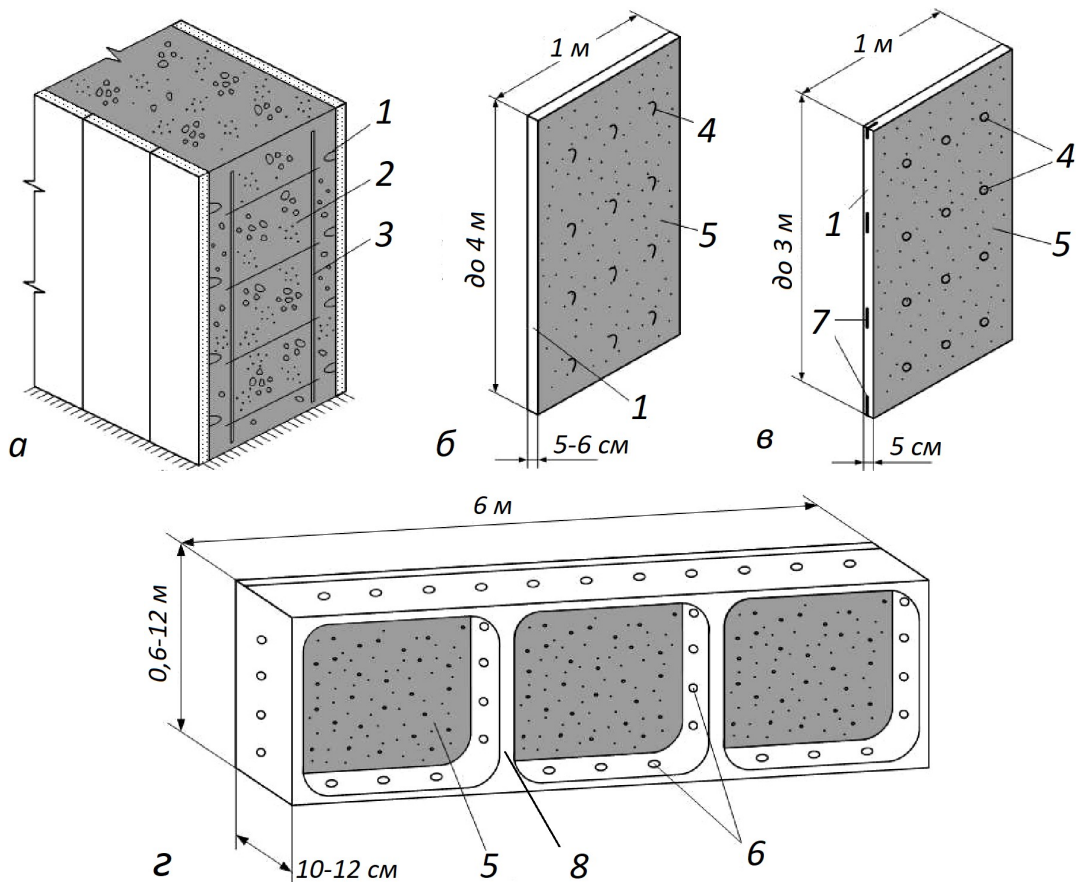
Для подальшої надійної експлуатації такої спільної конструкції (підсилювана конструкція, незнімна опалубка, монолітний бетон) необхідно виконати конструкторсько-технологічні заходи щодо забезпечення міцності двох контактних швів: між монолітним бетоном і конструкцією, що посилюється, між незнімною опалубкою і монолітним бетоном. Конструкції незнімних залізобетонних опалубок зображено на рис. 7.14.

При підсиленні конструкцій можливе використання комбінованого варіанта опалубки, наприклад, залізобетонної незнімної та дрібнощитової.

**Способи бетонування.** Бетонування конструкцій, що посилюються, складається з трьох основних етапів:

- прийому та розподілу бетонної суміші;
- ущільнення бетонної суміші;

- догляду за бетоном підсиленої конструкції.



**Рис 7.14. Незнімна опалубка:**

а – загальний вигляд; б, в – плоскі плити; г – ребриста плита;  
 1 – плита; 2 – бетон масиву; 3 – армокаркас; 4 – анкерна петля;  
 5 – активна поверхня; 6 – отвори; 7 – заставні деталі; 8 – ребро

Етапи виконуються в безперервній послідовності, оскільки затримка будь-якого їх негативно позначається на якості підсиленої конструкції. Основною умовою якості бетону є дотримання технології підсилення намонолічуванням. Параметри режиму бетонування мають величезний вплив на кінцеві фізико-механічні та експлуатаційні характеристики бетону та міцність контактного шва.

### Укладання бетонної суміші в конструкції

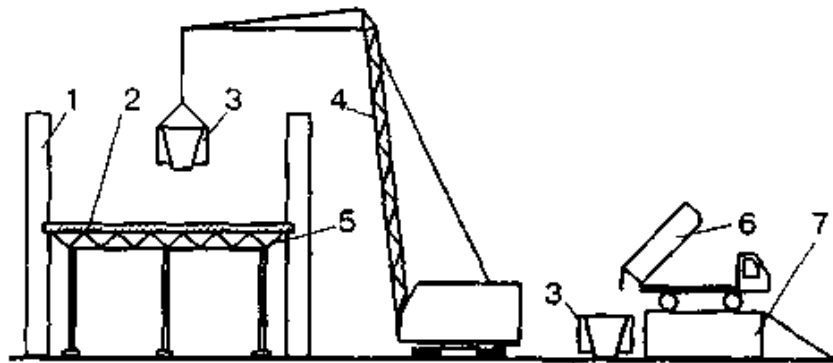
В умовах реконструкції використовують такі основні способи укладання бетонної суміші:

- автосамоскидами, автобетонозмішувачами;

- за допомогою технологічного транспортування (мостові крани, автотрантажувачі, електрокари);
- за допомогою стрічкових конвеєрів або бетоноукладачів;
- бетононасосами.

Наведені способи можуть використовуватися як самостійно, так й у комбінованому варіанті.

Якщо під'їзд автотранспорту можливий безпосередньо до конструкцій, що бетонуються, бетонна суміш висипається в опалубку прямо з кузова по лотках і жолобах. Якщо такий під'їзд неможливий, бетонна суміш може подаватися в опалубку за допомогою стрілових або баштових кранів у бадях (рис. 7.15) [1].



**Рис. 7.15. Схема виконання робіт з бетонування перекриттів будівлі, що реконструюється:**

- 1 – існуючі конструкції; 2 – бетонне перекриття; 3 – цебра для бетонної суміші;  
4 – гусеничний кран; 5 – опалубка; 6 – автобетоновоз; 7 – естакада

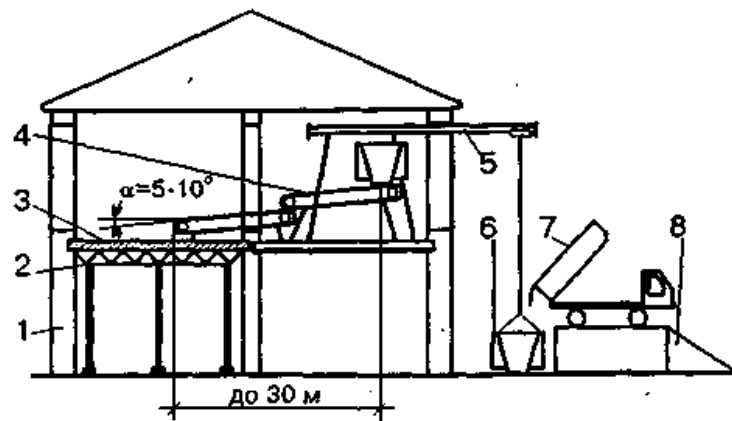
При цьому автобетоновоз або автосамоскиди виїжджають на естакаду і розвантажують бетонну суміш в бункери.

Подача бетонної суміші безпосередньо до місця укладання здійснюється за допомогою підлогового транспорту (навантажувачі, електрокари, міні-транспортери), а також за попередньо влаштованими монорейками, кран-балками та ін.

В умовах значної обмеженості об'єктів, що реконструюються, і відсутності технологічного транспорту можлива подача бетонної суміші за допомогою стрічкових конвеєрів. Їх можна встановлювати на підлогу, на

технологічне обладнання або підвішувати до конструкцій будівлі, що реконструюється. Конвеєри використовуються при осаді конуса суміші, що не перевищує 25 см, а кут нахилу ланок конвеєра до горизонталі не повинен перевищувати  $18^\circ$ .

Подача бетонної суміші виконується також за допомогою крана «у вікно» та стрічкового конвеєра (рис. 7.16) [1]. Бетонну суміш, вивантажену з автосамоскида в бункер, краном «у вікно» піднімають і через віконний проріз подають усередину будівлі. Після цього її вивантажують у приймальний бункер стрічкового конвеєра та подають до місця укладання в опалубку. Продуктивність стрічкових конвеєрів досягає  $35 \text{ м}^3/\text{год}$ .



**Рис. 7.16. Схема подачі бетонної суміші за допомогою крана у вікно і стрічкового конвеєра:**

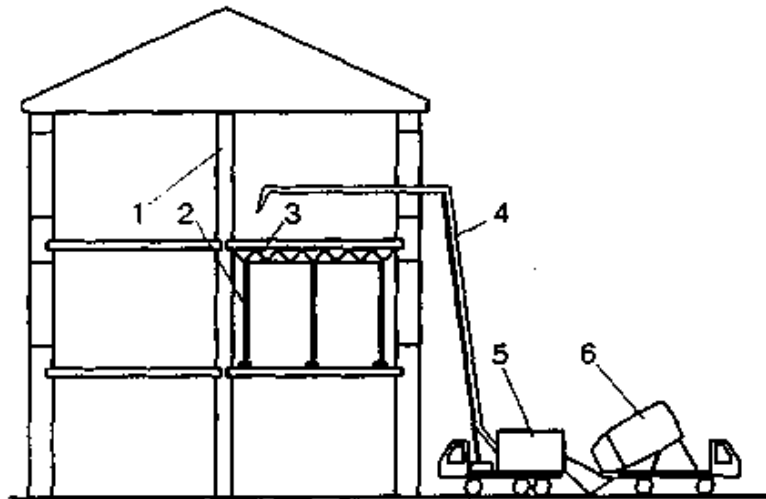
1 – будівля, що реконструюється; 2 – опалубка; 3 – бетонована конструкція;  
4 – стрічковий конвеєр; 5 – кран "у вікно"; 6 – баддя; 7 – автобетоновоз; 8 – естакада

Ефективним способом подачі бетонної суміші всередину об'єкта, що відповідає специфіці реконструкції, є використання автобетононасосів. Такий спосіб незамінний при влаштуванні монолітних конструкцій у будинках, де виключена можливість застосування вантажопідіймальних механізмів. Спрощується також горизонтальне транспортування бетонної суміші, зменшуються витрати на виконання бетонних робіт.

Автобетононасоси використовуються в комплекті з автобетонозмішувачами, кількість яких визначається з розрахунку безперервної роботи бетононасосу (рис. 7.17) [1].

Автобетононасоси, що використовуються сьогодні, мають продуктивність подачі бетонної суміші 65 м<sup>3</sup>/год, дальність переміщення суміші по вертикалі на 21-60 м, по горизонталі на 170-350 м.

Способи встановлення арматури, укладання та ущільнення бетонної суміші при ремонті практично не відрізняються від способів виконання робіт при новому будівництві, тому докладно не розглядаються.



**Рис. 7.17.** Схема подачі бетонної суміші за допомогою автобетононасосу:

- 1 – будівля, що реконструюється; 2 – опалубка; 3 - бетонована конструкція;  
4 – бетоновоз; 5 – автобетононасос; 6 – автобетонозмішувач

Для отримання високоякісного бетону потрібне ефективне ущільнення бетонної суміші. Мета ущільнення - забезпечити гарне заповнення бетонною сумішшю опалубної форми і контактного шва, домогтися найкращої упаковки частинок, що входять до неї, і, зрештою, надійної експлуатації посиленої конструкції. Бетонна суміш, що укладається для посилення конструкції, ущільнюється штикуванням, трамбуванням або вібруванням.

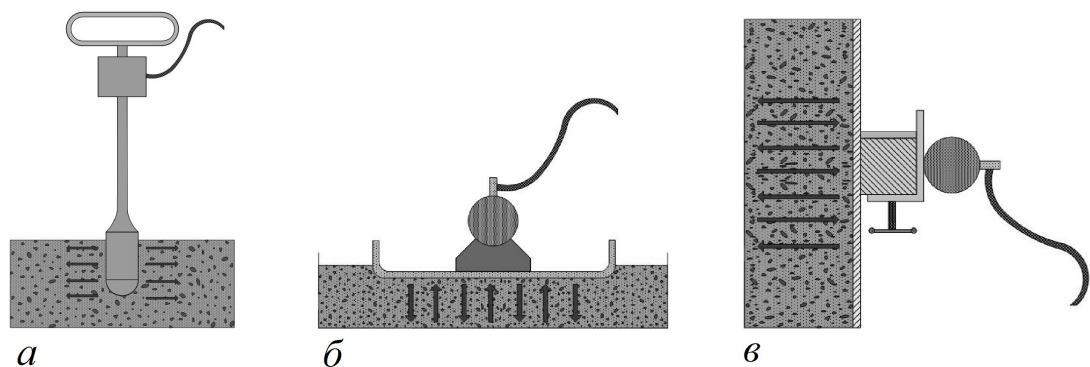
**Штикування** суміші ведеться вручну за допомогою шурувань. Цей спосіб досить трудомісткий і низькопродуктивний. Однак часто застосовується для ущільнення бетонної суміші при посиленні в тонкостінних і

густоармованих конструкціях при малих обсягах робіт і особливо обмежених умовах.

**Трамбування** бетонної суміші ведуть ручними та пневматичними трамбуваннями. Цей спосіб застосовують рідко - при укладанні дуже жорстких бетонних сумішей в малоармовані конструкції, а також у тих випадках, коли застосувати вібратори неможливо через негативний вплив вібрації на розташовані поблизу конструкції або обладнання.

**Вібрування.** Спосіб застосовується для ущільнення сумішей з осіданням конуса до 10 см. Вібратори занурюють у бетонну суміш, кріплять до опалубки або встановлюють на поверхню.

За способом на бетонну суміш вібратори поділяються на внутрішні (глибинні), поверхневі, зовнішні (рис. 7.18).



**Рис. 7.18. Вібратори:**

а – внутрішні; б – поверхневі; в – зовнішні

Спосіб впливу на бетонну суміш і обладнання вибирається дуже ретельно з урахуванням обмеженості виконання робіт, деформацій конструкцій, що посилюється, виду бетонної суміші, армування та ін.

Внутрішні вібратори занурюються робочим органом у шар бетонної суміші та передають коливання безпосередньо через корпус. Застосовуються рідко переважно при великих обсягах робіт. Посиленням плитних і балкових конструкцій фундаментів поверхневі вібратори встановлюються на шар бетонної суміші і передають їй коливання через робочий майданчик або віброробрус. Застосовуються при великих відкритих поверхнях елементів.

Зовнішні вібратори кріпляться на опалубці, якою вони передають коливання бетонної суміші. Застосовуються при облаштуванні оболонок, об'єм нарощуванням, в густо армованих конструкціях.

В особливо обмежених умовах виконання робіт і малих обсягах посилення застосовується штикування.

Бетонування ведеться без перерв. У разі потреби утворюються робочі шви. При перервах у бетонуванні тривалістю менше термінів схоплювання обробка поверхні раніше покладеного бетону не потрібна. При перервах у бетонуванні більших, ніж терміни схоплювання поверхню раніше покладеного бетону необхідно піддавати додатковій обробці.

Залежно від оснащеності будівельної організації, посилення можна проводити торкретуванням. Спосіб торкретування полягає в нанесенні на вертикальні, похилі та горизонтальні поверхні одного або декількох захисних шарів цементно-піщаного розчину (торкрету) за допомогою цемент-гармати або бетонної суміші, бетон-шприцмашиною, що нагнітається.

Основною умовою якості торкрет-бетону є дотримання технології його нанесення. Параметри режиму торкретування впливають на кінцеві фізико-механічні та експлуатаційні характеристики нанесеного шару та міцність контактної шва.

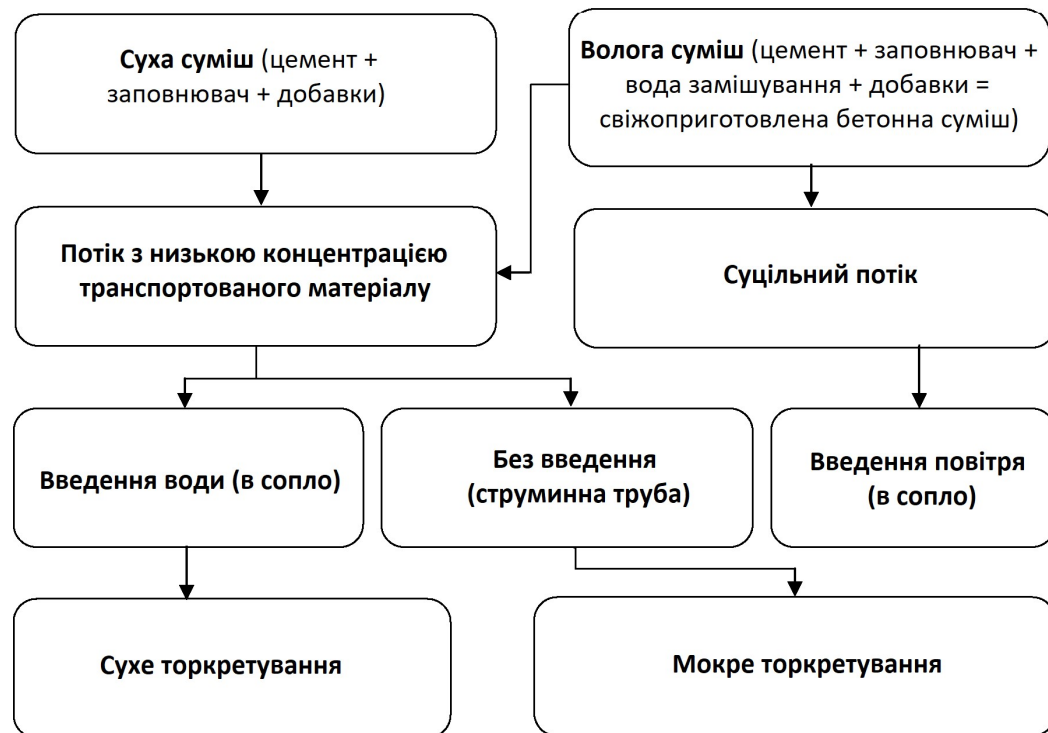
Торкретування та набризок виконують за попередньо очищеною та промитою поверхнею в один або декілька шарів (товщина від 15 до 75 мм), тобто. 15.. .25 мм при торкретуванні та 50.. .75 мм - при набризку.

Залежно від стану вихідної бетонної суміші під час її транспортування трубопроводом розрізняється суха і мокра технологія нанесення торкрет-бетону (рис. 7.19).

Існує ще один метод підсилення – набризк-бетон. Бетон способом набризку наноситься на вертикальні, похилі та горизонтальні поверхні, підготовлені для підсилення.

Бетонування, торкретування, набризок доцільно виконувати за позитивних температур. При негативних температурах бетон підсилення

прогрівається. Надійне зчеплення в контактних швах може бути гарантоване за температури в зоні контакту не нижче 2 °С.



**Рис. 7.19. Схема різних технологій торкрет-бетону:**

1 – вихідні сировинні суміші; 2 – вид транспортування;

3 – введення в сопло; 4 – спосіб торкретування

Монтажні роботи. Виконуються відповідно до [21] та ПВР. Монтажні елементи посилення оснащуються:

- пристроями та пристроями для рихтування та вивіряння;
- пристроями для включення конструкцій посилення в роботу.

Методи монтажу конструкцій посилення:

- блоковий;
- Поелементний.

Ускладнювальне складання елементів посилення має бути зроблено:

- на спеціальних майданчиках – за великих обсягів;
- безпосередньо на місці - за малих обсягів.

Конструкції та елементи посилення включаються в роботу переважно механічним способом. Стрижневі елементи натягуються:

- динамометричними ключами;
- стрижневими домкратами.

Залізобетонні конструкції включаються в роботу за допомогою клинів, зачеканкою зазорів жорстким цементним розчином або розчином з використанням цементу, що напружується.

### **7.5. Технологія виконання робіт з посилення окремих елементів, конструкцій будівель та споруд**

Усі роботи з посилення поділяються на підготовчі та основні. До підготовчих робіт умовно можна віднести роботи з влаштування допоміжних, підтримуючих та захисних конструкцій, підготовку поверхні конструкції для посилення. Для підготовки поверхні виконуються такі операції: зняття захисного шару бетону, видалення слабміцного бетону, очищення арматури від корозії, обдування стисненим повітрям та зволоження поверхні.

До основних робіт належать: встановлення арматури та опалубки; укладання та ущільнення бетонної суміші; догляд за бетоном та розбирання опалубки.

Враховуючи велике різноманіття конструктивних способів посилення, наведемо окремі приклади випадків посилення колон, ригелів і підкранових балок, що найбільш часто зустрічаються, плит перекриття і покриття.

#### **7.5.1. Підсилення колон**

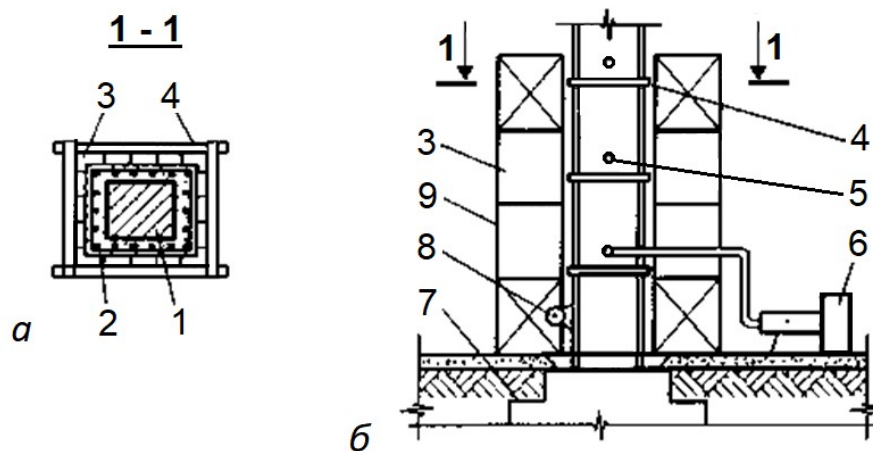
Колони підсилюються шляхом влаштування металевих, бетонних або залізобетонних обойм, які складаються з бетону та арматури (зазвичай 30×30 мм), що приймається за розрахунком. Обойми охоплюють конструкцію з чотирьох, з двох сторін або з боку посилюваного елемента (наприклад, консолі).

Роботи щодо підсилення колони залізобетонною обоймою виконуються в наступній послідовності (рис. 7.20) [1]:

1. Поверхню колони, що підсилюється, очищають і здійснюють насічку ручним або пневмоінструментом для кращого зчеплення бетонної суміші з колоною.

2. Очищають фундамент навколо колони на відстань 400-600 мм, залежно від перерізу обійми підсилення.

3. По довжині колони з кроком 300-600 мм відбивають захисний шар бетону – оголюють арматуру.



**Рис. 7.20. Схема підсилення колони залізобетонною обіймою:**

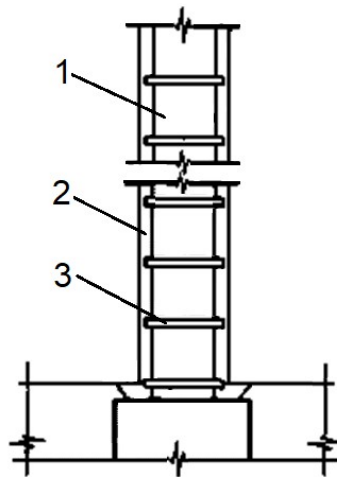
- а – конструкція підсилення, б – ін'єктування бетонної суміші  
 1 – колона, що посилюється; 2 – залізобетонна обійма; 3 – опалубка;  
 4 – металевий хомут; 5 – отвори; 6 – бетононасос; 7 – фундамент;  
 8 – зовнішній вібратор; 9 – інвентарні риштування

По периметру колони встановлюють арматуру і приварюють до арматури колони до оголених ділянок. Потім бетонують обійму методом ін'єктування дрібнозернистою бетонною сумішшю. Нагнітають бетон через ін'єкційні отвори в опалубці. Ущільнення здійснюється зовнішнім вібратором, що кріпиться до опалубки. Після придбання бетоном міцності розпалубки опалубку знімають.

При обмежених термінах виконання робіт підсилення колон може здійснюватися за допомогою металевих обійм.

Металеві обійми є конструкцією з встановлюваних за межами колони куточків і сполучних планок між ними (рис. 7.21).

Ефективність роботи металевої обойми, яка багато в чому залежить від щільності прилягання куточків до колони, це досягається за рахунок попередньої напруги планок термічним способом. У цьому послідовність виконання робіт така. Очищається фундамент біля основи колони; очищаються грані колони, сколюються нерівності та зачеканюються цементним розчином; встановлюються за межами куточки із привареними з одного боку накладками; газовим пальником накладки розігріваються і приварюються до паралельних куточків. Замикання планок виконується симетрично, починаючи із середини колони по висоті. При охолодженні планок здійснюється обтиснення поперечних перерізів колони, що значно збільшує її несучу здатність.



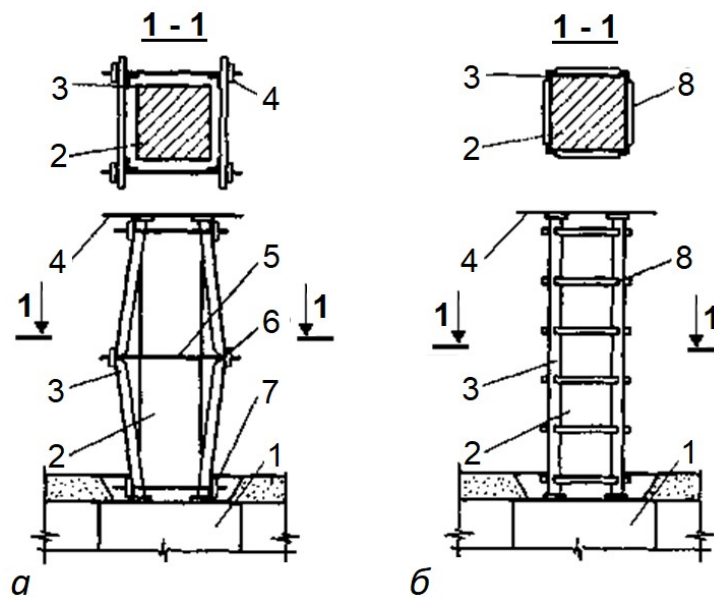
**Рис. 7.21. Схема підсилення колони металевою обоймою з попередньо напруженими накладками:**

1 – колона, що підсилюється; 2 – куточки; 3 – накладки

Спосіб підсилення колони попередньо напруженими розпірками полягає у влаштуванні металевих обойм із попередньо напруженими стійками: за допомогою натяжних болтів їм надають вертикальне положення (рис. 7.23).

До початку робіт здійснюють очищення колони, що посилюється, а також ділянок фундаментів і елементів, які спираються на колони. На фундаменті та в місцях спирання оголовка колони влаштовуються опорні майданчики із металевих пластин або куточків. Після цього стійки попарно з'єднують між собою планками; при цьому у верхній, нижній і середній частинах стійок встановлюють планки на 100-200 мм виступаючі за торці куточків і забезпечують отворами для стяжних болтів.

Перед встановленням стійок в проектне положення в бічних полицях куточків, у середній частині їх довжини, виконують виріз та здійснюють їх незначний перегин. Після встановлення куточків у проектне положення виробляють натяг стяжних болтів. При цьому відбувається попередня напруга куточків. Після приварювання металевих планок стяжні болти можна зняти.



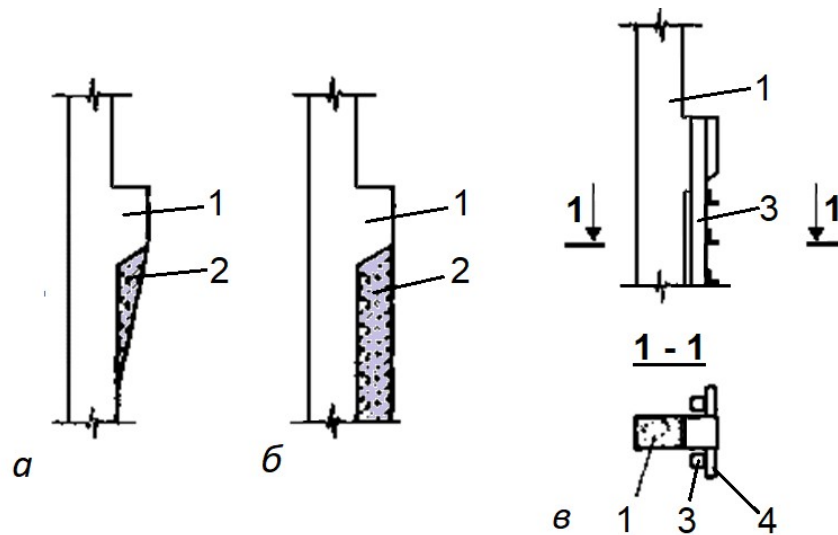
**Рис. 7.22. Схема підсилення колони металевою обоймою із попередньо напруженими стійками:**

а – при монтажі, б – у напруженому стані;

1 – фундамент; 2 – колона, що посилюється; 3 – куточки (стійки);  
4 – вище лежачі конструкції; 5 – стяжні болти; 6 – вирізи; 7 – опорні майданчики; 8 – планки

Консолі залізобетонної колони підсилюють різними тяжами, бетонуванням підконсольної частини або встановленням додаткових опор (рис. 7.23).

Бетонування консольної частини здійснюється аналогічно влаштуванню залізобетонної обойми.



**Рис. 7.23. Схеми підсилення консолі колони:**

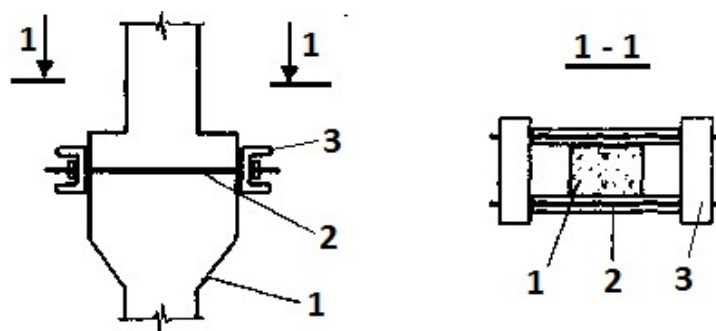
а – частковим бетонуванням підконсольної частини, б – бетонування підконсольної частини на всю висоту колони, в - встановленням додаткової опори;

1 – колона, що посилюється; 2 – бетонування;

3 – додаткова опора (металеві профілі); 4 – куточок

Для підсилення консолі колони додатковими опорами з обох боків консолі встановлюють металеві стійки, що складаються з профілів коробчастого перерізу труб або швелерів. Між собою стійки з'єднуються куточками.

При посиленні консолей встановленням тяжів (рис.7.24) здійснюється натяг елементів загвинчуванням гайок. Тим самим створюється попереднє напруження консолей.

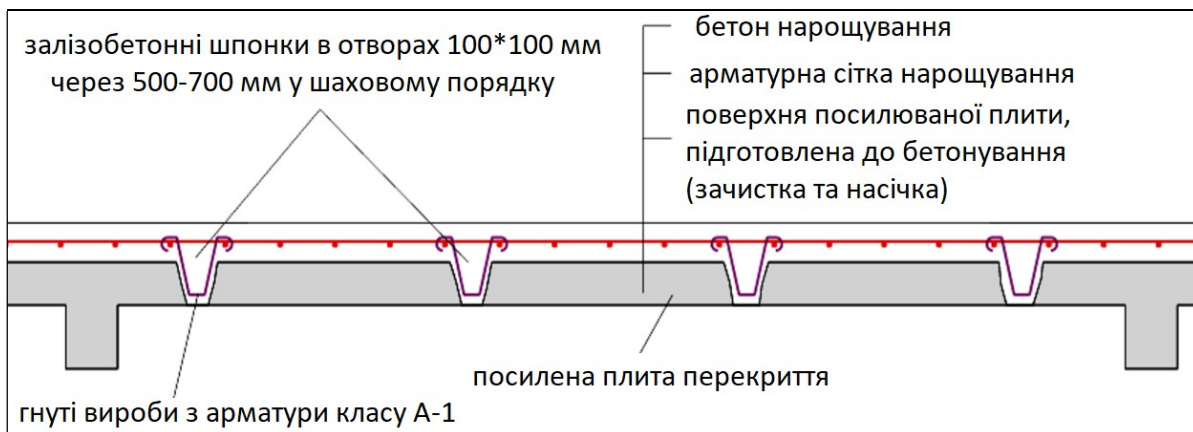


**Рис. 7.24. Схеми підсилення консолі колони тяжами:**

1 – колона, що підсилюється; 2 – тяжі; 3 – упори зі швелерів

### 7.5.2. Підсилення перекриттів

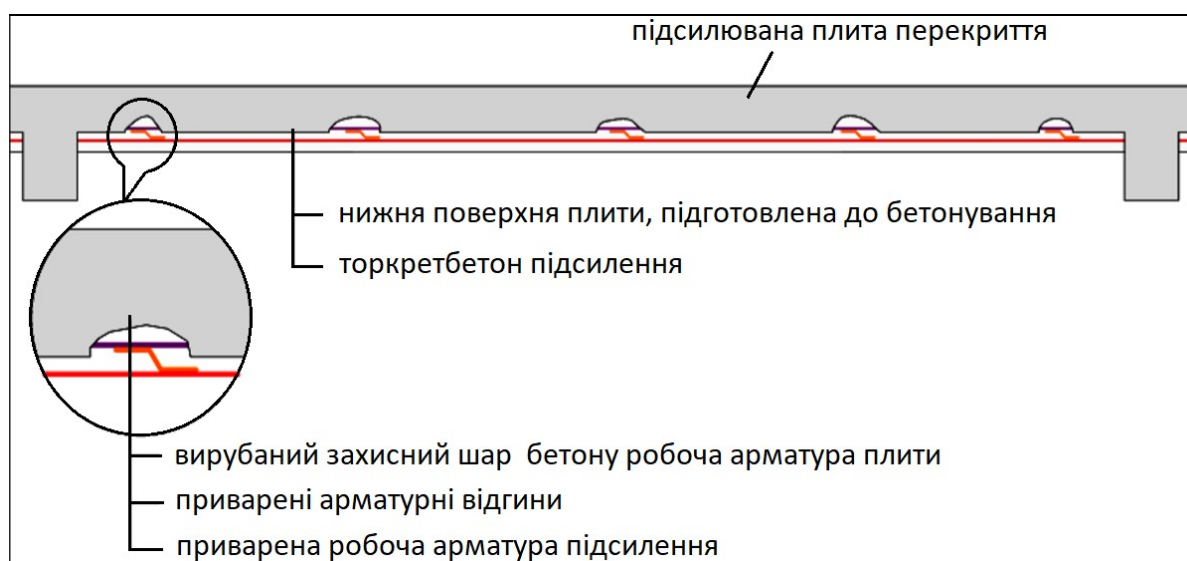
Підсилення проводиться як стиснутої, так і розтягнутої зони (див. рис. 7.25, 7.26).



**Рис. 7.25. Схема підсилення стиснутої зони плити перекриття нарощуванням**

Загальна послідовність при нарощуванні стиснутої зони:

- у шаховому порядку просвердлюються наскрізні отвори для шпонок;
- готується контактна поверхня;
- встановлюється арматурна сітка підсилення;
- бетонується плита (по маячним рейкам);
- проводиться догляд за бетоном.



**Рис. 7.26. Схема підсилення розтягнутої зони плити перекриття нарощуванням**

Загальна послідовність при нарощуванні розтягнутої зони:

- вирубуються поперечні борозни до існуючої арматури;
- обробляється контактна поверхня бетону;
- очищується існуюча арматура;
- встановлюється додаткова арматура та приварюється до існуючої;
- влаштовується додатковий шар бетону (торкретуванням).

**Підсилення збірних залізобетонних плит** здійснюється вкрай рідко, хоч це і можливе. Над порожнечами плит пробивають отвори, які встановлюють каркаси, укладають і ущільнюють бетонну суміш (рис. 7.27).

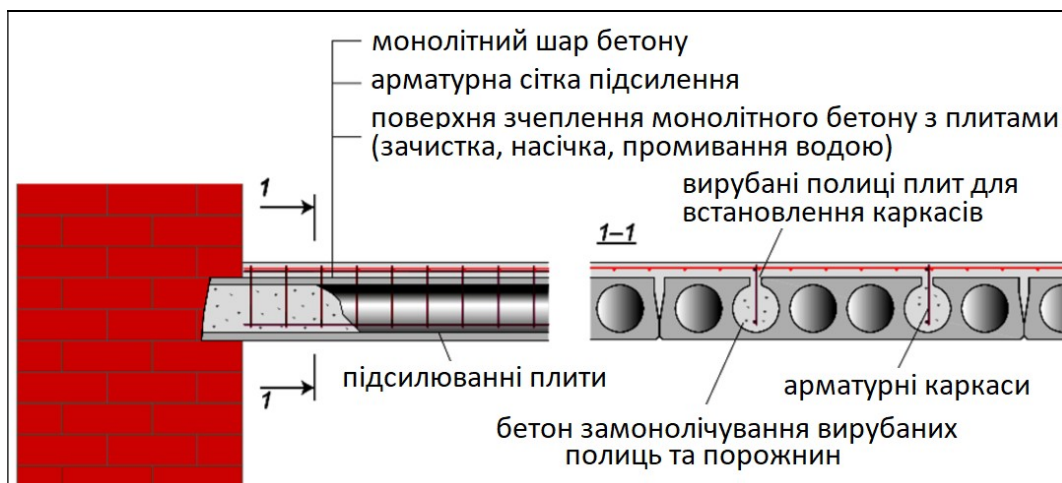


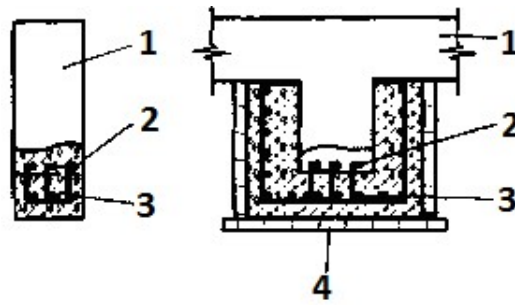
Рис. 7.27. Конструктивна схема підсилення залізобетонних пустотних плит

### 7.5.3. Підсилення балкових конструкцій

Для підсилення залізобетонних балок, прогонів та плит використовується ряд способів:

- бетонування;
- влаштування затяжок;
- введення проміжних опор;
- затискання конструкцій на опорах.

Обетонування являє собою збільшення перерізу конструкцій, що підсилюються зверху, знизу і з боків шаром монолітного залізобетону (рис. 7.28).



**Рис. 7.28. Схема підсилення балок бетонуванням:**

1 – балка, що підсилюється; 2 – існуюча арматура;  
3 – арматура, що влаштовується знову; 4 – опалубка

При цьому виконується ряд технологічних операцій: підготовка поверхні, що включає зняття захисного шару, очищення арматури від корозії та зволоження поверхні бетону.

Знімання захисного шару бетону виконується електричними відбійними молотками. Очищення арматури від іржі ефективно проводити малогабаритним піскоструминним апаратом.

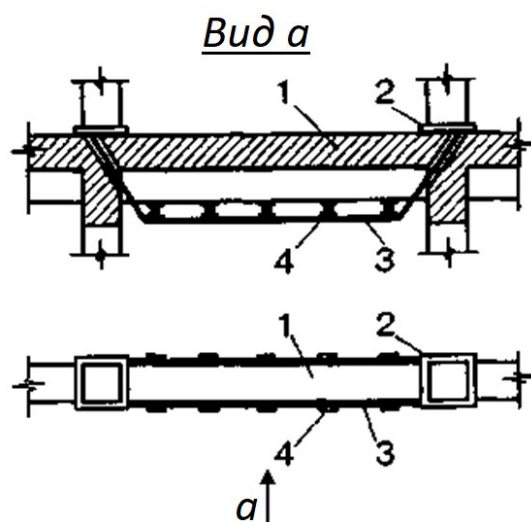
Після встановлення арматури, посилення і з'єднання її з арматурою конструкції, що посилюється, роблять укладання бетонної суміші. Найбільш доцільно це робити торкретуванням з використанням бетон-шприц машини. Не виключено укладання бетону в опалубку традиційними способами з подальшим ущільненням.

Підсилення конструкцій затяжками передбачає підвішування тяжів до конструкцій з подальшим натягом гайок (натяжних муфт) або за допомогою електротермічного способу.

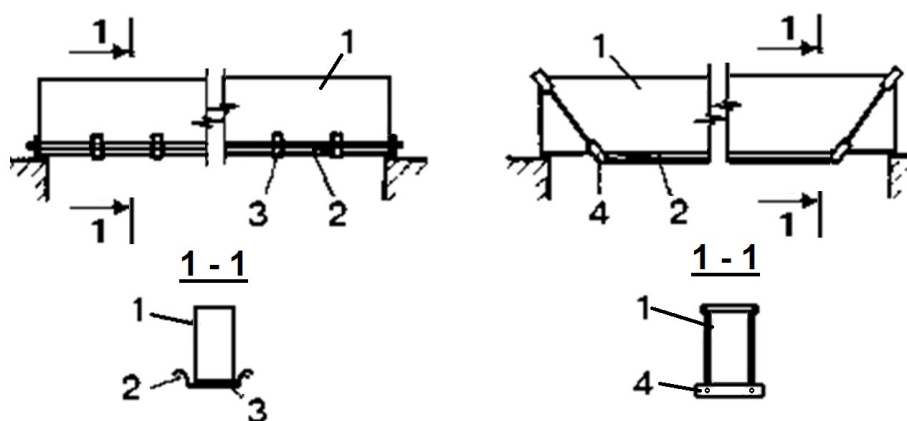
Перетин та конструкції затяжок визначаються розрахунком. Конструктивні рішення можуть бути найрізноманітнішими (рис. 7.29- 7.32.)

Одним з найбільш простих способів підсилення стрижневих елементів, що згинаються, є підведення під них жорстких опор. Вони розташовуються на окремих існуючих фундаментах або спираються інші конструкції.

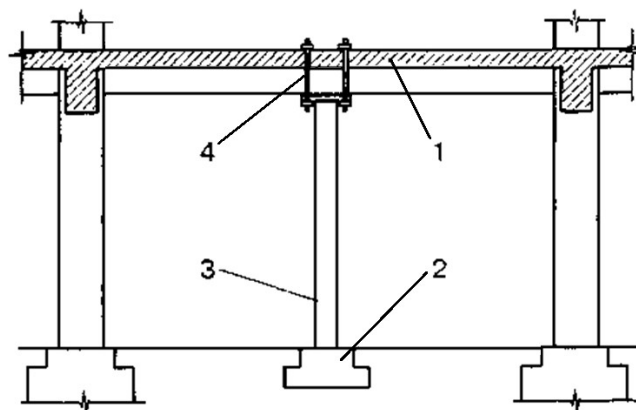
Підсилення балок та прогонів може здійснюватися розвантаженням конструкцій (рис. 7.32).



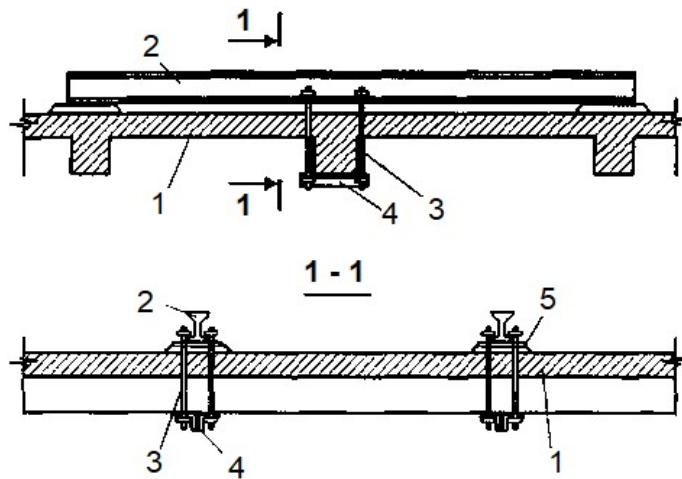
**Рис. 7.29. Конструктивна схема підсилення залізобетонної балки затяжками:**  
1 – балка, що посилюється; 2 – опорні майданчики; 3 – затяжка; 4 – поперечні балочки



**Рис. 7.30. Конструктивні схеми підсилення балок затяжками:**  
а – лінійна; б - шпренгельна;  
1 – балки, що посилюються; 2 – арматура, що напружується;  
3 – з'єднувальні елементи; 4 – натяжне пристосування



**Рис. 7.31. Схема підсилення балки підведенням додаткової опори:**  
1 – балка, що підсилюється; 2 – додатковий фундамент; 3 – додаткова опора; 4 – болти



**Рис. 7.32. Схема підсилення балки перекриття розвантажувальними конструкціями:**

1 – балка, що посилюється, 2 – металева розвантажувальна балка;

3 – тяжі; 4 – планки; 5 – опорні елементи

В якості розвантажувальних конструкцій використовуються балки, плити, ферми. Ці конструкції розташовуються, зазвичай, зверху елементів, що посилюються. При цьому технологія виконання робіт передбачає укладання конструкцій, що розвантажуються, підготовку місць їх з'єднання й кріплення (при необхідності свердління отворів або оголення арматури). Після підготовки встановлюють кріпильні або захватні елементи та здійснюють їх натяг тощо.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Нормативні документи, що використовуються під час виконання робіт з підсилення залізобетонних конструкцій.
2. Способи посилення залізобетонних конструкцій.
3. Конструктивно-технологічні особливості підсилення залізобетонних конструкцій.
4. Методи визначення товщини елементів посилення.
5. Технологічні вимоги до конструкцій підсилення.
6. Основні вимоги до матеріалів під час підсилення нарощуванням.
7. Принципова схема виконання робіт при підсиленні нарощуванням.
8. Сутність розвантаження конструкцій під час виконання робіт з підсилення.
9. Підготовчі заходи. Проведені до підсилення конструкції.
10. Принципи забезпечення зчеплення у контактному шві.

11. Арматурні та опалубні роботи при реконструкції.
12. Види опалубок, що використовуються під час реконструкції.
13. Сутність використання незнімної опалубки під час реконструкції.
14. Принципи бетонування конструкцій, що посилюються.
15. Наведіть схеми подачі бетонної суміші під час підсилення з/б конструкцій.
16. Способи ущільнення бетонної суміші під час реконструкції.
17. Використання торкретування та набризк-бетону під час виконання робіт з реконструкції.
18. Послідовність виконання робіт при підсиленні конструкцій залізобетонними обоймами.
19. Послідовність виконання робіт при підсиленні колон сталевими обоймами
20. Послідовність виконання робіт при підсиленні балок сталевими затяжками.
21. Послідовність виконання робіт при підсиленні плит перекриттів нарощуванням.

## **Тема 8. СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ ПРИ ПІДСИЛЕННІ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

### **8.1. Методи підсилення кам'яних конструкцій.**

Підсилення кам'яних конструкцій здійснюється відповідно до робочої документації та ПВР з дотриманням нормативних документів:

- з ремонту, реконструкції та реставрації житлових та громадських будівель та споруд - ДБН В.3.2-2-2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення;

- Проектування - ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції;

- Виконання робіт та приймання монолітних залізобетонних та сталевих конструкцій - ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд

- Організації будівництва - ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва

- Безпека праці - ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві

Виробництво робіт з підсилення кам'яних конструкцій будівель, що реконструюються, проводиться відповідно до робочих креслень і проекту виконання робіт.

Головна умова проведення реконструкції – максимальне скорочення тривалості виконання робіт.

Основні методи підсилення [1, 2]:

- обойми;

- бандажі;

- ін'єкція розчинів у кладку;

- прикладка стін або набетонка з однієї або двох сторін стін;

- перекладання стін та стовпів;
- напружені сталеві тяжі та пояси.

Обойми влаштовуються аналогічно, як і під час підсилення залізобетонних конструкцій. У практиці підсилення використовуються залізобетонні, розчинні та сталеві обойми.

При місцевому ушкодженні кладки стін, стовпів, пілястр (невелика довжина вертикальна, косі тріщини, сколи кладок) застосовуються бандажі зі смугової сталі.

Монолітність і здатність пошкоджених тріщинами кам'яних конструкцій відновлюються шляхом ін'єкції, нагнітання в кладку під тиском до 0,6 МПа цементних, цементно-полімерних, полімерних розчинів. Нагнітання розчинів здійснюється ручними чи механічними насосами.

Сталеві тяжі включають окремі стрижні або профільну сталь, які з'єднуються сталевими муфтами або накладками. Встановлюються тяжі в багатоповерхових будинках і спорудах на рівні верху перекриття, в одноповерхових будинках і спорудах - по осях балок і ферм.

Існує кілька способів визначення товщини елементів підсилення:

- за розрахунком;
- з конструктивних міркувань;
- з технологічних вимог.

Конструкції підсилення для кам'яних будівель та споруд повинні відповідати тим же технологічним вимогам, що й залізобетонні конструкції, а саме:

- забезпечувати простоту влаштування;
- бути уніфікованими в межах об'єкта, що реконструюється;
- допускати припасування за місцем;
- розміри та маса конструкцій підсилення повинні відповідати наявним механізмам;
- забезпечувати членування робіт на ряд паралельних процесів для скорочення термінів будівництва.

## **8.2. Основні вимоги до матеріалів, що використовуються для посилення кам'яних конструкцій**

**Арматурна сталь.** Для підсилення застосовують переважно арматурну сталь S240, S400, S500. Для металевих конструкцій підсилення найчастіше застосовують профільну прокатну сталь .

**Бетони та розчини, цегла та каміння.** Для закладення гнізд, щілин, проміжків застосовується цементний розчин марки не нижче 100 і дрібнозернистий бетон класу не нижче C16/20, можливе використання полімеррозчинів.

В'яжучою для бетонів в основному є портландцемент активністю не нижче 400. Це класичний варіант. Залежно від умов (найкоротші терміни, аварійна ситуація та ін.) можливе використання інших спеціальних цементів. У випадку в'яжуче застосовується таке ж, як й у посилення залізобетонних конструкцій .

**Заповнювачі.** Заповнювачі для бетону підсилення використовуються такі ж, як і для залізобетонних конструкцій.

Максимальна крупність заповнювача для бетонів має відповідати вимогам:

- при ущільненні бетонних сумішей вібруванням не повинна перевищувати 20 мм, за винятком масивних об'єктів, але не більше ніж 1/5 товщини об'єкта;
- при нанесенні набризком - 20 мм, але не більше половини товщини конструкції, що бетонується;
- при торкретуванні 8...10 мм залежно від паспортних даних цемент-гармат;
- при заливанні дрібнозернистим бетоном порожнин завтовшки до 50 мм - не більше 5 мм, висотою понад 50...10 мм;
- у густоармованих набетонках, об'єктах крупність заповнювача має перевищувати 2/3 відстані між арматурними стрижнями.

Пісок для бетонів має бути чистим та сухим.

Основними вимогами до бетонної суміші та бетону такі ж, як і для підсилення залізобетонних конструкцій .

Залізобетонна обойма виконується з бетону С 12/15 та вище.

Клас бетону обойми має бути більшим за марку цегли. Товщина обойми приймається за розрахунком і практично підсиленням для більшості випадків варіюється від 4 до 12 см.

Підсилення кам'яних конструкцій залізобетонними обоймами слід виконувати з дотриманням наступних загальних правил :

- слід застосовувати розбірно-переставну опалубку, щити опалубки закріплювати жорстко між собою, при цьому обов'язково забезпечити незмінність конструкції загалом;

- бетонну суміш укладати рівними шарами і ущільнювати, не допускаючи пошкодження монолітності ділянки кладки, що посилюється;

- Розпалубку обойм проводити після досягнення бетоном 50% проектною міцності

Розчинна обойма наноситься вручну шарами 2-3 см цементним розчином М75 або М100 за допомогою розчинонасосу або торкретування.

Сталева обойма виконується з профільної, смугової сталі та круглих стрижнів.

При підсиленні кам'яних конструкцій сталевими обоймами (куточками з хомутами) установку металевих куточків слід виконувати одним із наступних способів:

- перший - на елемент, що підсилюється, в місцях встановлення куточків обойми наноситься шар цементного розчину марки не нижче М100. Потім встановлюються куточки з хомутами й у хомутах створюють попереднє натяг зусиллям 10...15 кН;

- другий - куточки встановлюються без розчину із зазором 15...20 мм, зафіксованими сталевими або дерев'яними клинами, створюють у хомутах

натяг зусиллям 10...15 кН. Зазор зачеканюють жорстким розчином, видаляють клини і виробляють повний натяг хомутів до 30...40 кН.

Для захисту від корозії об'єкту оштукатурюють цементним розчином М50...М100 завтовшки 2...3 см по металевій сітці.

Нарощування (намонолічування) виконується за допомогою бетону класів С 8/10...С12/15, для арматурних сіток застосовуються стрижні діаметром 4...12 мм. Товщина бетону намонолічування - 4...12 см. Для забезпечення спільної роботи бетон намонолічування повинен мати конструктивний зв'язок з основною кладкою. Зв'язок здійснюється шпонками, штирями, наскрізними стрижнями, вусами тощо.

**Прикладання стін.** Прикладка виконується з тих самих матеріалів, що й основна кладка. Товщина прикладки - 12...38 см. Для забезпечення спільної роботи з основною кладкою виконуються перев'язка, шпонки, штирі, наскрізні стрижні, вуса, розчищення швів, насічка кладки тощо.

**Перекладання та прикладання.** Для кладки нових стовпів й простінків при реконструкції застосовують кам'яні матеріали підвищеної міцності М100 на цементному розчині М 50...М100. Заміну простінків та стовпів новою кладкою слід починати з постановки тимчасових кріплень та демонтажу віконних заповнень відповідно до робочих креслень та проекту виконання робіт. Тимчасові кріплення виконуються у вигляді дерев'яних чи металевих стійок на клинах. При перекладанні простінків проводиться часткова або повна закладка прорізів по обидва боки простінка. Тимчасові кріплення розбирають під час досягнення розчином нової кладки 50 % проектної міцності.

Нову кладку простінка необхідно виконувати ретельно, з щільним осадженням цегли для отримання тонкого шва.

Виробництво робіт проводиться з улаштуванням тимчасових кріплень.

Облицювання (нова кладка) виконується з тих же матеріалів, що й стара кладка або міцніших матеріалів на розчині М50.. .М100.

При посиленні тяжами штраби закладаються цементним розчином марки М100 і вище.

**Ін'єктування.** Використовуються розчини цементний, цементно-піщаний, цементно-полімерний та полімерний. Склади розчинів уточнюються в залежності від вологості та сорбційних властивостей кладки, що посилюється.

Зачеканка тріщин переважно виконується не нижче М100. При розломах у кладці тріщини шириною більше 5мм розкриття закладаються цеглою з перев'язкою і без розчину М50...М100 або закладаються бетоном на легких заповнювачах.

**Підсилення сталевими тяжами.** Для тяжів використовують профільну сталь, стрижневу арматуру, натяжні пристрої (гайки, муфти). Вирубані штраби заповнюються розчином марки М100 та вище.

При підсиленні кам'яних стін сталевими заздалегідь напруженими тяжами точне зусилля натягу тяжів слід контролювати за допомогою динамометричного ключа або вимірюванням деформацій індикатором вартового типу з ціною розподілу 0,001 мм.

При встановленні тяжів у зимовий час у неопалюваних приміщеннях необхідно влітку підтягти тяжи з урахуванням перепаду температур. Напряга здійснюється термонагріванням або механічним способом. Зусилля натягу має становити 30.50 кН .

### **8.3. Технологія виконання робіт з посилення окремих елементів, конструкцій та споруд**

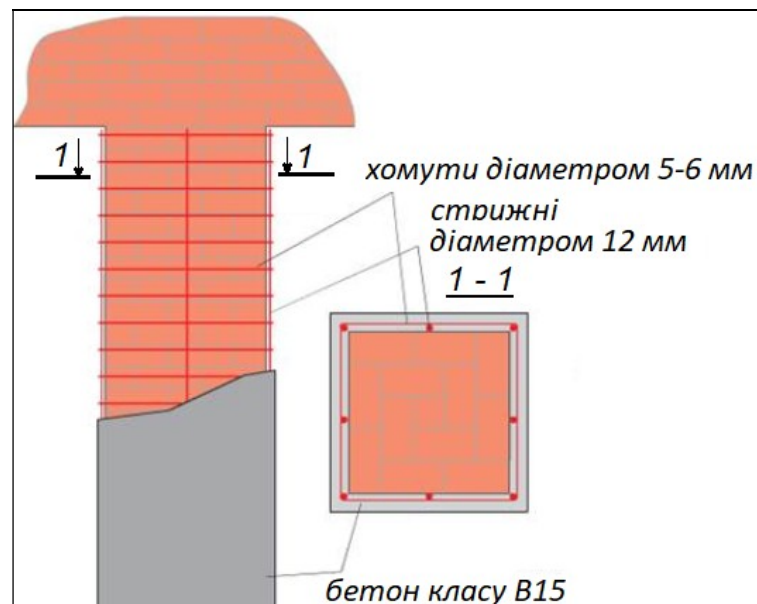
У загальному випадку роботи з посилення кам'яних конструкцій виконуються в такій же послідовності, що й посилення залізобетонних конструкцій:

- 1) розвантаження посилюваної конструкції;
- 2) підготовка поверхні конструкції до підсилення;
- 3) забезпечення зчеплення;
- 4) з'єднання арматури;
- 5) опалубні роботи;

- б) бетонування;
- 7) включення конструкції до роботи.

Перед посиленням кам'яних конструкцій слід підготувати поверхню: провести візуальний огляд та простукування кладки молотком, очистити поверхню кладки від бруду та старої штукатурки, видалити частково зруйновану (розморожену) кладку.

Технологія посилення стовпів і простінків обіймами, пілястр оболонками, стін одно- та двостороннім нарощуванням аналогічно технології робіт з підсилення залізобетонних конструкцій цими способами (рис. 8.1) .



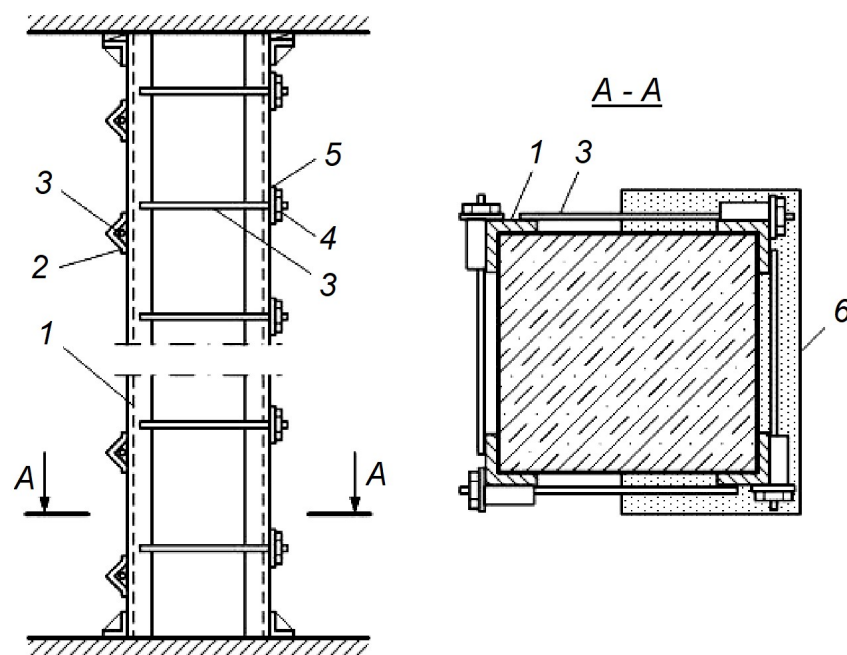
**Рис. 8.1. Влаштування опалубки при підсиленні цегляного простінка залізобетонною обіймою**

Підсилення кам'яних конструкцій залізобетонними або армованими розчинними обіймами слід виконувати з дотриманням таких вимог: армування виконувати в'язаними каркасами; каркаси підсилення повинні фіксуватися в проектному положенні за допомогою скоб або гаків, що забиваються в кладкові шви з кроком 0,8...1,0 м в шаховому порядку.

Для опалубки у практиці підсилення найчастіше використовують розбірнопереставну опалубку, хоча залежно від методу посилення можливе

використання інших видів опалубок. Щити опалубки повинні бути з'єднані жорстко між собою та забезпечувати щільність та незмінність конструкції в цілому. Бетонну суміш укладають рівними шарами і ущільнюють вібратором, не допускаючи пошкодження монолітності кладки, що посилюється. Бетонна суміш повинна мати осадку конуса 5...6 см, фракція щебеню - трохи більше 20 мм. Розпалубка обійм проводиться після досягнення бетоном 50% проектної міцності.

При підсиленні кам'яних стін сталевими смугами за наявності штукатурного шару в ньому виконуються горизонтальні штраби глибиною, що дорівнює товщині штукатурного шару, і шириною, що дорівнює ширині металевої смуги (20 мм). Підсилення цегляного стовпа сталеву обіймою, що напружується, показується на рис. 8.2.



**Рис. 8.2. Підсилення цегляного стовпа сталеву обіймою, що напружується:**

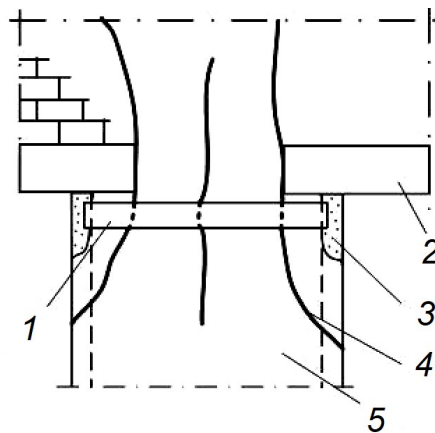
- 1 – куточки; 2 – відрізок куточка; 3 – поперечний стрижень;  
4 – гайка; 5 – шайба; 6 - штукатурний шар

У загальному випадку технологія підсилення стін, простінків, стовпів та пілястр бандажами наступна:

- влаштування лісів, риштування;

- розвантаження кам'яної конструкції;
- підготовка поверхні конструкції;
- встановлення одиночних сталевих хомутів із смугової сталі;
- стягування хомутів;
- зварювання;
- ін'єкція розчину під тиском у кладку;
- демонтаж лісів, помостів.

Місцеве посилення простінку бандажами наводиться на рис. 8.3.



**Рис. 8.3. Підсилення простінку бандажом:**

- 1 – хомут зі смугової сталі; 2 – залізобетонна перемичка;  
3 – цементний розчин; 4 – тріщина; 5 - посилений простінок

При виконанні робіт з ін'єктування визначається область виконання даного виду робіт в залежності від ширини розкриття тріщин :

- в тріщини шириною розкриття до 4мм – виконується нагнітання розчину під тиском за допомогою ін'єкційної установки;
- в тріщини шириною розкриття більше 4мм - виконується закладення розчином за допомогою пневмонагнетателя або розчинонасосу;
- в тріщини шириною розкриття більше 5см (розломи) закладають цеглою з перев'язкою або без перев'язки, при цьому марка цегли, що використовується для закладки розлому, приймається не нижче, ніж у цегляній конструкції, а розчин М50...М100 або закладають бетоном на легких заповнювачах .

Ін'єктування розчинів здійснюється ручними та механічними насосами.

Установка для ін'єкції цементно-водної емульсії включає:

- розчинозмішувач з ємностями для приготування та зберігання готового розчину;
- насос для нагнітання розчину;
- з'єднувальні шланги;
- регулювальний штуцер із накладною гайкою (за допомогою якого напірний шланг від насоса з'єднується з ін'єкційною трубкою, загорнутою в кладку).

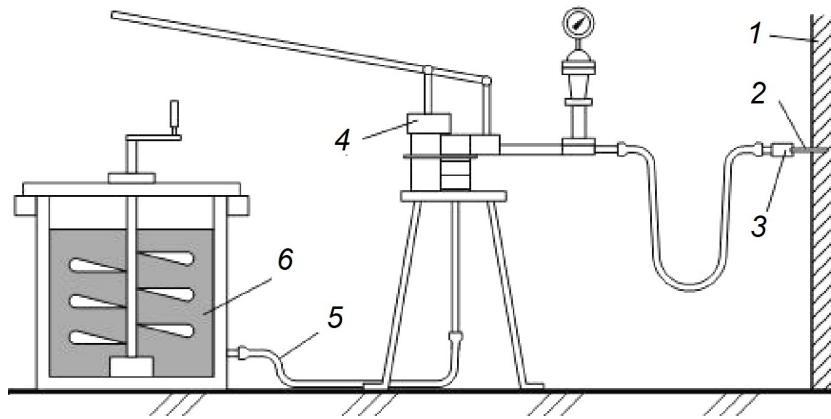
Підсилення кам'яних конструкцій методом ін'єкцій залежно від ступеня пошкоджень або необхідного підвищення несучої здатності конструкцій виконується на цементно-піщаних, безпіщаних або цементно-полімерних розчинах. Для цементних та цементно-полімерних розчинів застосовується портландцемент активністю 400 або 500 з тонкістю помелу не менш за 2400 см<sup>3</sup>/г. Цементне тісто має бути нормальної густини в межах 20...25 %.

При виготовленні ін'єкційного розчину необхідно контролювати його в'язкість і водовідділення. В'язкість визначають віскозиметр ВЗ-4. Вона має бути для цементних розчинів 13...17 с, для епоксидних - 3...4 хв. Водовідділення, що визначається витримкою розчину протягом 3 годин, не повинно перевищувати 5% від загального обсягу проби розчинової суміші.

Послідовність робіт з підсилення стін, простінків, стовпів та пілястр ін'єктуванням наступна (рис. 8.4) :

- 1) Розмічаються (через 50...100 см) й свердляться свердловини на глибину 10...30 см (але не більше 1/2 товщини конструкції);
- 2) Зашпаровуються на цементному розчині або епоксидному клеї ін'єкційні трубки;
- 3) Великі тріщини розчищаються, продуваються стисненим повітрям і зашпаровуються цементним розчином, дрібні - затираються. Така операція запобігає затіканню ін'єкційного розчину;
- 4) Ін'єкційні трубки з'єднуються шлангом із насосом;

- 5) Тріщини промиваються водою під тиском;
- 6) Нагнітається розчин. Спочатку через трубки нижнього ярусу (до витікання розчину з трубок вище ярусу). Роботи ведуться знизу нагору;
- 7) Тиск знижують до нуля. Насос приєднується до ін'єкторів верхнього ярусу і цикл повторюється.



**Рис. 8.4. Підсилення ін'єктуванням цементно-водної емульсією:**

- 1 – стіна, що посилюється; 2 – ін'єктор, закріплений в стіну на розчині;  
3 – ніпель; 4 – гідравлічний насос; 5 – шланг; 6 – розчинозмішувач

Основні свердловини під анкера розташовуються в шаховому порядку з кроком 50...100 см при ширині розкриття тріщин 0,3...1 ммю та 100...200 см при розкритті тріщин 3 мм та більше. У місцях концентрації дрібних тріщин слід розташовувати додаткові свердловини. Свердловини свердяться на глибину 10...30 см, але не більше ніж 1/2 товщини стіни.

Виробництво робіт із прикладки з одночасним нарощуванням монолітним бетоном пов'язане зі збільшенням поперечного перерізу конструкції. Товщина прикладок 12...38 см та більше. Для забезпечення спільної роботи старої кладки з новою виконуються наступні роботи: перев'язування каміння, влаштування шпонок, штирів, наскрізних отворів з установкою стрижнів. Порожнина між старою кладкою і прикладкою, що зводиться заповнюється бетоном. Склад бетону уточнюється залежно від ширини порожнини. Виходить багатошарова конструкція (що складається із трьох взаємопов'язаних шарів). Таким чином, стара кладка та прикладка є незнімною опалубкою для нової багатошарової

конструкції. Надійне з'єднання шарів забезпечує подальшу нормальну експлуатацію багатошарової стіни.

Загальна технологічна послідовність виконання робіт з прикладки стін, стовпів за допомогою штирів наступна:

- 1) розмічуються та свердляться отвори для штирів;
- 2) встановлюються штирі та місця кріплень закладаються цементним розчином;
- 3) влаштовується ряд нової кладки та ін.

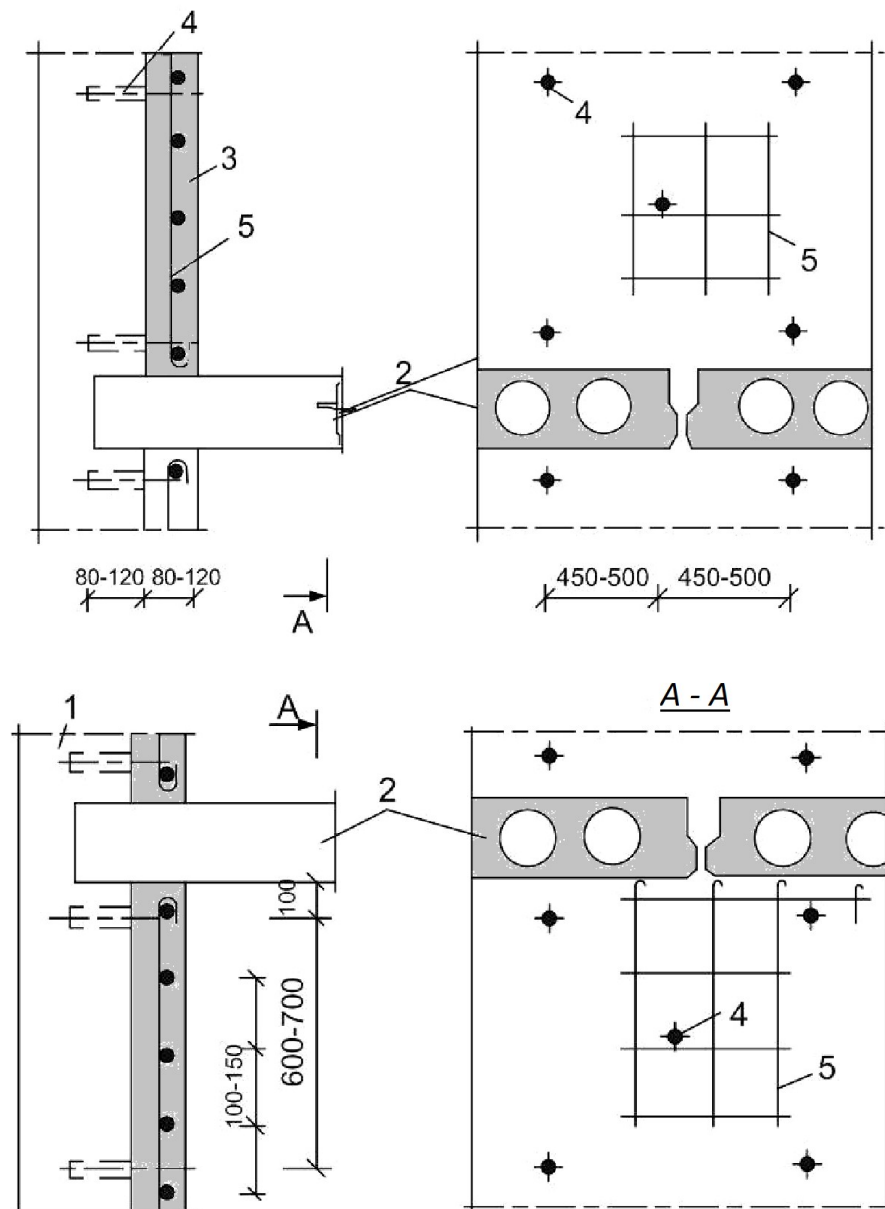
Виробництво робіт із влаштування нарощування монолітним бетоном стін, стовпів здійснюється так само, як і для монолітних залізобетонних конструкцій (рис. 8.5). Відмінною особливістю є те, що виконання робіт з нарощування ведеться на висоту поверху. Роботи проводяться пошаровим бетонуванням чи методом торкретування.

При створенні багатошарової конструкції з каміння та бетону необхідно забезпечити надійне з'єднання набетонки та старої кам'яної кладки (рис. 6.5), для цього:

- 1) проводиться попереднє розчищення горизонтальних та вертикальних швів кладки;
- 2) поверхня кладки стінок насікається;
- 3) підготовлена основа кладки промивається водою;
- 4) свердляться отвори для сталевих штирів;
- 5) встановлюються штирі на цементному розчині М100 шви кладки або отвори, просвердлені дрилем;
- 6) кріпляться арматурні сітки до штирів (зварюванням, в'язкою арматури).
- 7) виставляється опалубка (при пошаровому бетонуванні);
- 8) проводиться пошарове бетонування з вібруванням або пошарове торкретування.

Перекладка виконується у таких випадках :

- коли підсилення обоймами, ін'єкцією тощо. економічно та технічно недоцільно (значні пошкодження, аварійний стан конструкцій);



**Рис. 8.5. Підсилення стіни набетонкою:**

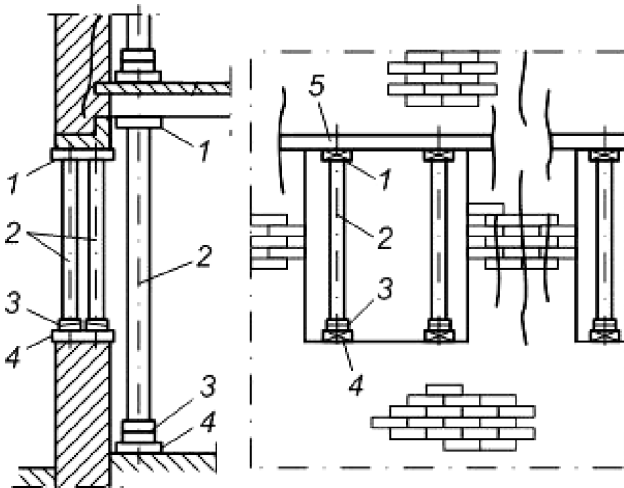
- 1 – стіна, що підсилюється; 2 – плити перекриття;  
 3 – набетонка; 4 – штирі; 5 – арматурна сітка

- при надбудові та реконструкції об'єкта;
- за необхідності збереження архітектурного вигляду будівлі.

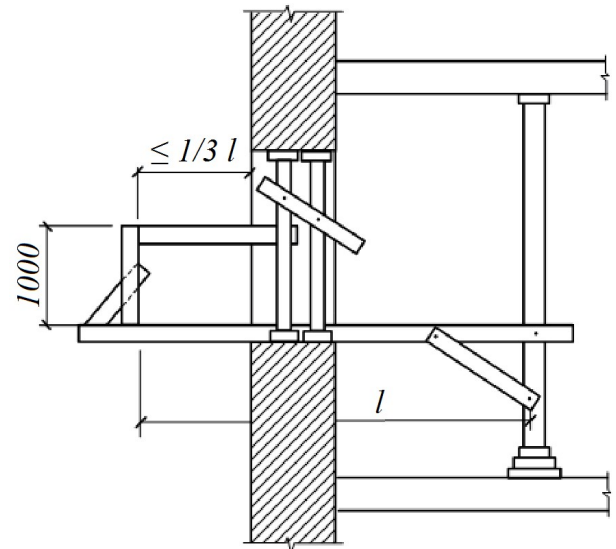
Заміна простінків та стовпів виконується по черзі, що пов'язано із забезпеченням стійкості будівлі загалом. Розбирання стовпів і простінків виконується тільки після влаштування тимчасових кріплень. Заміна простінків та стовпів новою кладкою починається з встановлення тимчасових кріплень та демонтажу віконних заповнень відповідно до робочих креслень та проекту

виконання робіт. Нова кладка простінка виконується ретельно із щільним осадженням цегли для отримання тонкого шва.

Тимчасові кріплення виконуються у вигляді металевих або дерев'яних стійок, які для включення тимчасової конструкції в роботу додатково підклинюють (рис. 8.6 - 8.8).



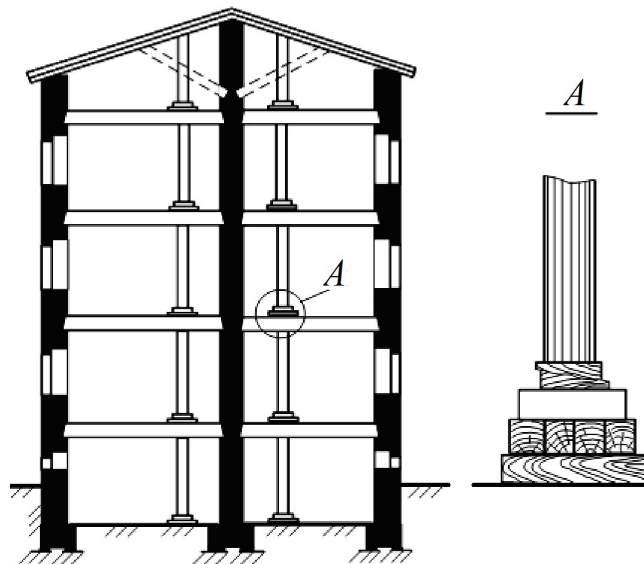
**Рис. 8.6. Підсилення перекладкою простінків з тимчасовими кріпленнями у вигляді стійок з підклинкою:**  
1 – підкладка; 2 – стійка; 3 – клини;  
4 – лежень; 5 – перемичка



**Рис. 8.7. Підсилення перекладкою простінків з тимчасовими кріпленнями перемичок стійками з підклинкою та улаштуванням випускних лісів**

Тимчасові кріплення встановлюються в безпосередній близькості від конструкції, що розбирається. Для кам'яних конструкцій тимчасові кріплення можуть виконуватися у вигляді часткової або повної тимчасової закладки отворів по обидва боки простінка. Щільне прилягання нової кладки до старої забезпечується таким чином:

- верх нової кладки не доводять на 3...5 см до старої.
- виконується ретельне зачеканення зазору щільним «сухим» цементним розчином М 100-150.
- тимчасові кріплення розбираються під час досягнення розчином нової кладки 50 % проектної міцності.

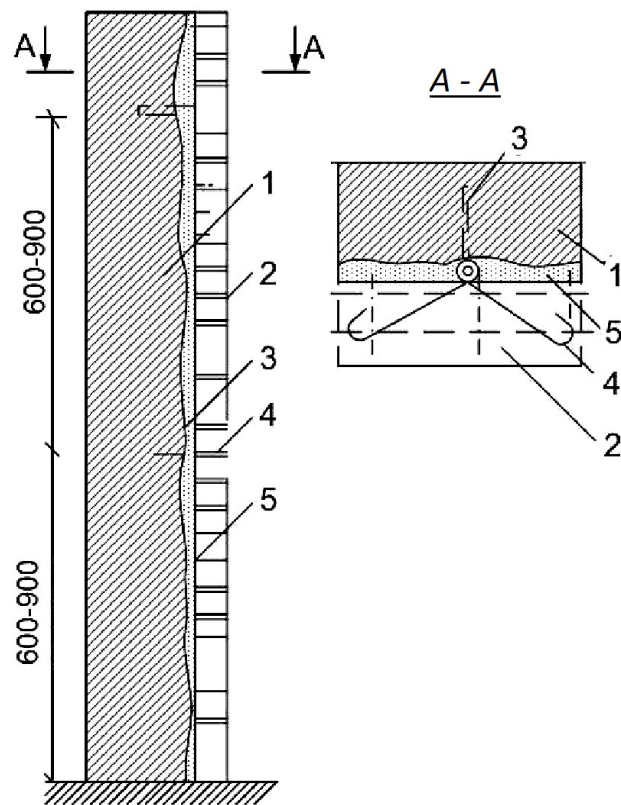


**Рис. 8.8.** Перекладання середньої стіни із встановленням тимчасових кріплень

При перекладці обов'язковим є контроль стану стійок та підклинки. Використання пневматичних молотків для розбирання кладки пошкоджених простінків не рекомендується. Для відновлення поверхневих шарів і облицювання стін вивітрені, розморожені, шари кладки, що відшаровуються, або облицювання видаляються і замінюються новими, конструктивно пов'язаними зі старою кладкою. Виконується нове облицювання з більш міцної та морозостійкої цегляної кладки.

Технологія відновлення поверхневих шарів та облицювання стін наступна (рис. 8.9):

- видаляються вивітрені, розморожені та шари кладки, що відшаровуються;
- забезпечується спільна робота старої та нової кладок такими способами:
  - перев'язкою тичкових рядів за можливості;
  - встановленням сіток, каркасів зі стрижнів діаметром 3...4 мм;
  - установкою вусів з дроту, заробленого в горизонтальні шви нової кладки через 60... 90 см (дотримуючись кратності рядів);
  - свердляться отвори і влаштовуються штирі діаметром 5...8 мм для встановлення сіток, каркасів, вусів з наступним закладенням на розчині М100;
- Заповнюється розчином шов між старою і новою кладками (облицюванням).



**Рис. 8.9. Відновлення облицювання із кріпленням до старої кладки сталевими вусами:**

- 1 – стара кладка; 2 – облицювання; 3 – штир;  
4 – вуса або арматурні сітки; 5 – цементний розчин

Зачеканка тріщин проводиться при ширині розкриття 3 мм і більше. Технологічна послідовність полягає в наступному: проводиться розчищення тріщини, продування стисненим повітрям та промивання водою, потім зачеканка цементним розчином М 100 на глибину 2...4 см.

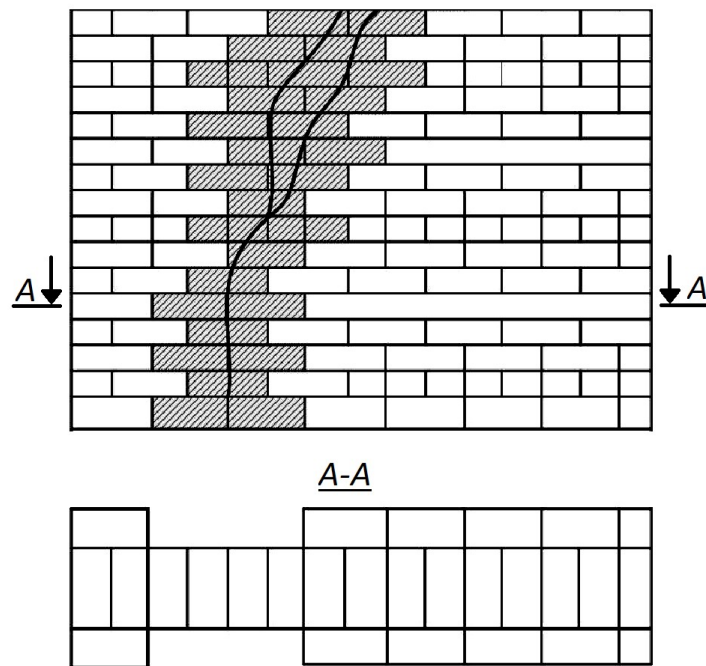
Закладка проводиться для великих тріщин (розломів) із розкриттям 5 см і більше (рис. 8.10). При цьому всі роботи виконуються в два етапи - розбирання та розчищення кладки стіни, закладення штраби.

Розбирання та розчищення кладки стіни проводиться:

- при товщині стіни більше 250 мм, по довжині тріщини на глибину в півцегли та ширину не менше однієї цегли;
- при товщині стіни до 250 мм, на всю товщину,

Закладення штраби проводиться:

- новою цеглою на розчині М50...М100 у перев'язку зі старою або без неї;
- Бетоном на легких заповнювачах або розчином.



**Рис. 8.10.** Схема закладення розломів цеглою

Такий вид робіт виконується, коли потрібно зберегти фасад будівлі.

Сталеві тяжі, що напружуються, виконуються зі сталевих стрижнів або профільної сталі (швеллер), розташовуватися можуть як зовні, так і всередині будівлі. Устрій тяжів змінює фасад будівлі, тому зазвичай тяжі розташовують у спеціально виконаних штрабах, які згодом начеканюють розчином.

Тяжки повинні мати натяжний пристрій: муфти, гайки.

Натяг тяжів проводиться такими способами:

- ручним способом за допомогою ломика довжиною 150 см із зусиллям 30...50 кН;

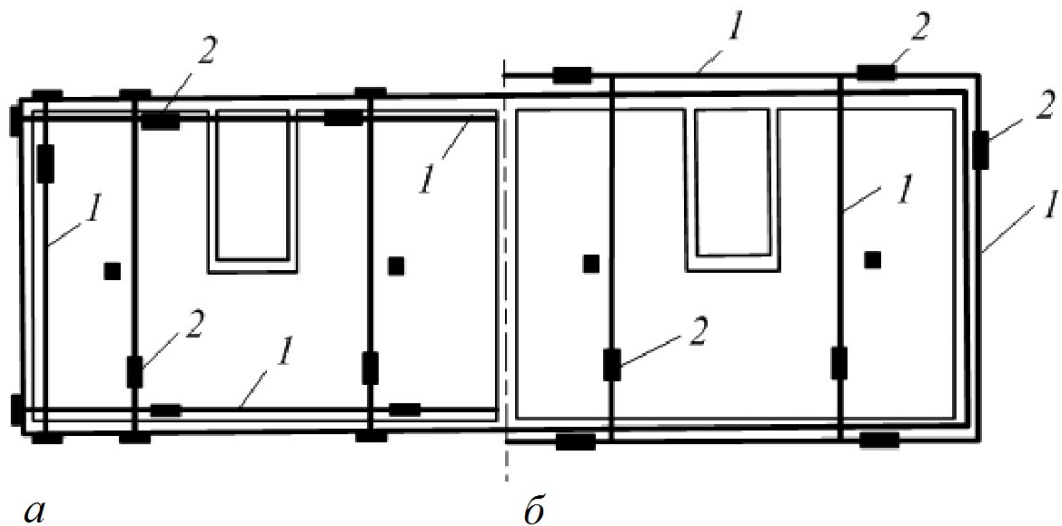
- термонагрівання за допомогою паяльних ламп або автогену.

При підсиленні кам'яних стін сталевими попередньо напруженими тяжами, точне зусилля натягу контролюється за допомогою динамометричного ключа або вимірюванням деформацій індикатором годинного типу з ціною поділу 0,001 мм. У першому наближенні контроль натягу визначається простукуванням (напружений видає звук високого тону).

При встановленні тяжів у зимовий час у приміщеннях, що не опалюються, їх підтягування проводиться влітку з урахуванням перепаду температур.

У багатоповерхових будівлях тяжі встановлюються на рівні верху перекриттів, в одноповерхових - по осях ферм чи балок.

Схеми розташування тяжів наводяться на рис. 8.11.

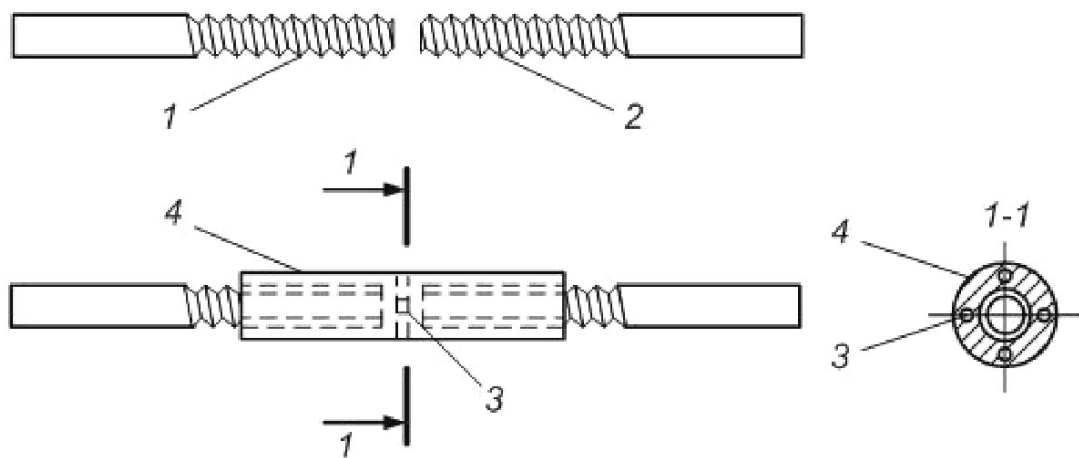


**Рис. 8.11. Підсилення сталевими тяжами, що напружуються:**

а – розташування тяжів усередині будівлі; б – розташування тяжів зовні будівлі;

1 – тяж; 2 – натяжна муфта

Устрій муфти сталевого напруженого тяжа наведено на рис. 8.12.



**Рис. 8.12. Муфта сталевого напруженого тяжа:**

1 – тяж з лівим різьбленням; 2 – тяж з правим різьбленням;

3 – отвір для ломика; 4 – натяжна муфта

Загальна послідовність робіт:

- 1) розмічаються та пробиваються штраби на поверхні зовнішніх стін перерізом 70×70 мм;
- 2) пробиваються наскрізні отвори для пропуску внутрішніх тяжів до зовнішніх стін;
- 3) проводиться монтаж та натяг тяжів;
- 4) зачеканиваються отвори та штраби цементним розчином М100...М150.

#### **8.4. Безпека праці під час підсилення кам'яних конструкцій**

На початок роботи муляр зобов'язаний:

- а) отримати від майстра інструктаж про безпечні методи, прийоми та послідовність виконання виробничого завдання, а також про огорожувальні пристосування та підмоцнення, призначені для виконуваних робіт;
- б) оглянути робоче місце та перевірити правильність розміщення матеріалів;
- в) переконатися у справності інвентарю, інструментів, пристосувань та пристроїв, якими доводиться користуватися під час роботи, та при виявленні якоїсь несправності повідомити майстра;
- г) оглянути встановлені для виконання робіт ліси та підмостки та у разі виявлення будь-яких дефектів або недоробок повідомити майстра;
- д) під час роботи у закритому приміщенні переконатися у достатності освітлення;
- е) перевірити наявність зовнішніх захисних козирків та огорож віконних та дверних отворів, отворів у настилах та перекриттях;
- ж) під час роботи всередині діючого цеху (якщо над робочим місцем муляра виконується якась робота або поблизу проходять крани) перевірити, чи є необхідні захисні та захисні пристрої.

Після закінчення роботи муляр зобов'язаний:

- а) прибрати зі стіни цеглу та інструмент, що залишилися, очистивши його від розчину;
- б) очистити та упорядкувати робоче місце та проходи;

в) при роботі на висоті спускатися вниз тільки по драбинах або капітальних сходах маршру. Для спуску донизу категорично забороняється користуватися приставними сходами або вантажними підйомниками;

г) спецодяг здати: сухий - у гардероб, а мокрий - у сушарку.

Заходи безпеки при посиленні кам'яних конструкцій:

1. Цегла слід розташовувати вздовж будівлі на піддонах в зоні дії крана.

2. Перекладання простінка будівель потрібно проводити тільки з перекриття або з правильно встановлених риштування або лісів (внутрішніх або зовнішніх).

3. На промисловому будівництві перекладання простінка необхідно вести з трубчастих або інших лісів, що встановлюються зовні або всередині будівлі.

4. На житловому будівництві перекладку слід вести з внутрішніх риштування, що переставляються з одного поверху на інший.

5. Влаштувати підмостки на випадкових опорах (бочках, ящиках, цеглах тощо) забороняється.

6. При недостатній ширині настилу та відсутності огорож, а також на риштуваннях, кінці дощок яких залишені на вазі, працювати не дозволяється. Робочий підлога має бути рівним і не прогинатися від ходьби по ньому.

7. Однією з основних умов безпеки роботи муляра є раціональна організація його робочого місця, яка передбачає такі вимоги:

а) застосування правильно влаштованих інвентарних риштування, перевірених перед роботою майстром;

б) правильне розпорядження цегли та розчину;

в) чистота та порядок на робочому місці.

8. Підмостки, на яких розміщують матеріали, при цегляній кладці повинні бути шириною не менше 2,4 м. Площа настилу в цьому випадку ділиться на три зони: робочу (шириною 50...60 см, яка примикає до стіни, що викладається), складування матеріалів (шириною 80...90 см), транспортування матеріалів та проходу робітників (шириною 1...1,1 м).

9. При стрічковій установці риштування необхідно влаштувати біля краю настилу огороження (перилу) заввишки не нижче 1 м, що складаються з стійок і трьох горизонтальних дощок: перильної, середньої та нижньої (бортової), що прикріплюються з внутрішньої сторони стійок. Бортова дошка має бути висотою не менше 15 см. На трубчастих лісах перильну та середню дошку можна замінити трубами.

10. Ліси та підмостки не можна перевантажувати матеріалами та захаращувати відходами.

З метою попередження перевантаження робочих настилів на видних місцях повинні бути вивішені схеми-плакати із зазначенням розташування, кількості та ємності пакетів з цеглою та ящиків з розчином. Навантаження на настил риштування і лісів допускається не більше 250 кг/м<sup>2</sup>.

11. При пакетній подачі цегли на піддонах захвати повинні мати огороження.

12. Ходити стіною, що викладається, забороняється.

При товщині стіни в 3 цегли і більше, а також при зовнішніх пілястрах, що далеко виступають, коли муляр не може їх виконати з внутрішніх риштувань і змушений знаходитися на стіні, він повинен працювати з запобіжним поясом, прив'язаним до надійних частин будівлі.

13. Кожен ярус стіни необхідно викладати так, щоб рівень стіни після кожного переміщення робочого настилу був на 2-3 ряди цегли вище настилу.

З одного ярусу настилу муляр може зводити кладку на висоті не більше 1,1...1,2 м. Нижні п'ять і верхні три ряди в ярусі кладки є найбільш трудомісткими, оскільки муляру доводиться працювати в незручному зігнутому або витягнутому положенні.

Найзручнішим і найбезпечнішим для роботи рівнем кладки є 0,3...0,9 м від робочого настилу. Тому найбільш зручними підмостками для цегляної кладки є підйомні, що дають змогу підтримувати вказаний рівень настилів.

14. Щілина, що залишається між стіною та настилом для провішування кладки, повинна бути не більше 5 см. Необхідно стежити за тим, щоб через щілини не падали ніякі предмети.

15. Вести кладку стін при розташуванні настилу риштування вище рядів, що укладаються, цегляної кладки категорично забороняється.

16. При порушенні прийнятого порядку виконання робіт та виявленні дефектів у лісах, підмостях та захисних козирках необхідно негайно повідомити про це майстра або виробника робіт та припинити роботу до отримання вказівки про можливість її продовження.

17. У зимовий час необхідно:

а) робоче місце постійно очищати від снігу та криги;

б) при кладці стін способом заморожування застосовувати міцніші розчини, приготовані з підігрівом води;

в) з настанням відлиги слідкувати за станом виконаної методом заморожування кам'яної кладки та у разі нерівномірного опаду вживати заходів проти її обвалення;

г) при прогріванні цегляної кладки парою остерігатися опіків;

д) під час роботи в тепляках слідкувати за тим, щоб нагрівальні прилади перед експлуатацією були випробувані пробною топкою.

18. При обігріванні теплиця печами дим слід відводити окремими трубами. Забороняється опалювати тепляки різного роду жаровнями, а також застосовувати для розпалювання газ, бензин тощо.

19. При виконанні цегляної кладки в зимовий час способом електропрогрівання повинні бути встановлені огорожі та попереджувальні написи, що забороняють доступ стороннім сторонам на ділянки, що обігріваються. Робота із застосуванням електропрогріву потребує особливої обережності. Ділянка кладки, що знаходиться під електропрогріванням, повинна бути під безпосереднім наглядом чергового електрика. Забороняється виконання будь-яких робіт на ділянці електропрогріву при

включеному струмі. Вмикання електроструму для прогрівання кам'яної кладки здійснюється тільки після закінчення роботи мулярів.

### **Питання для самоконтролю**

1. Нормативні документи, що використовуються під час виконання робіт з підсилення кам'яних конструкцій.
2. Методи підсилення кам'яних конструкцій.
3. Основні вимоги до матеріалів під час підсилення кам'яних конструкцій.
4. Основні вимоги до підсилення кам'яних конструкцій залізобетонними та розчинними обоймами.
5. Послідовність виконання робіт при підсиленні кам'яних конструкцій сталевими бандажами.
6. Послідовність виконання робіт при підсиленні кам'яних конструкцій ін'єктуванням.
7. Послідовність виконання робіт при підсиленні кам'яних конструкцій прикладкою.
8. Послідовність виконання робіт при підсиленні кам'яних конструкцій монолітним бетоном.
9. Послідовність виконання робіт при підсиленні кам'яних конструкцій перекладкою.
10. Послідовність виконання робіт при відновленні поверхневих шарів та облицювання кам'яних стін.
11. Послідовність виконання робіт при закладці розломів у кам'яних конструкціях.
12. Послідовність виконання робіт при підсиленні кам'яних конструкцій сталевими тяжами.

## **Тема 9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З НАДБУДОВИ БУДІВЕЛЬ**

### **9.1. Загальні положення з надбудови об'єктів будівництва**

Реконструкція житлової забудови 1950 - 70-х років. здійснюється за трьома напрямками: повне знесення застарілої забудови з комплексним формуванням нової; реконструкція 5-ти поверхової забудови з надбудовою 6-го та мансардного поверхів; поєднання зносу та реконструкції забудови. Дослідження показали, що розрахунковий ресурс «хрущовок» – 50 років шляхом реконструкції може бути продовжено до 150 років.

Найбільш важливими показниками при виборі варіантів конструктивно-технологічних рішень при надбудові будівель є: використання нових та адаптації відомих технологій, матеріалів та конструкцій, що забезпечують зниження собівартості, підвищення надійності та довговічності будівель, а також скорочення тривалості робіт.

Технологічний процес зведення мансардних поверхів можна поділити на кілька самостійних циклів [1-3, 6].

**Перший цикл** – підготовчі роботи. Вони включають роботи з освоєння майданчика: встановлення вантажопідійомних засобів; підготовку майданчика для укрупнювального складання несучих елементів (рам або кроквяних ферм), складування арматури та опалубки при зведенні монолітних мансард; організацію майданчиків для встановлення побутових та складських приміщень; будову навісів над входами, що забезпечують безпеку мешканців; організацію тимчасового енергопостачання тощо.

Особлива увага має приділятися вибору стоянок вантажопідіймальних кранів для безпечної подачі конструкцій та матеріалів на покрівельну частину будівлі. У цілому має вирішуватися завдання раціонального формування

будгенплану з максимальним функціональним збереженням площ, що примикають до будівлі, що реконструюється, і мінімальними порушеннями екологічної обстановки.

*Другий цикл* - устрій обв'язувального пояса по периметру зовнішніх та частини внутрішніх стін. Обв'язувальний пояс виконується з монолітного залізобетону або керамзитобетону, має зв'язок із зовнішніми та внутрішніми стінами, сприяє рівномірному розподілу навантаження від мансардного поверху на будівлю, що реконструюється.

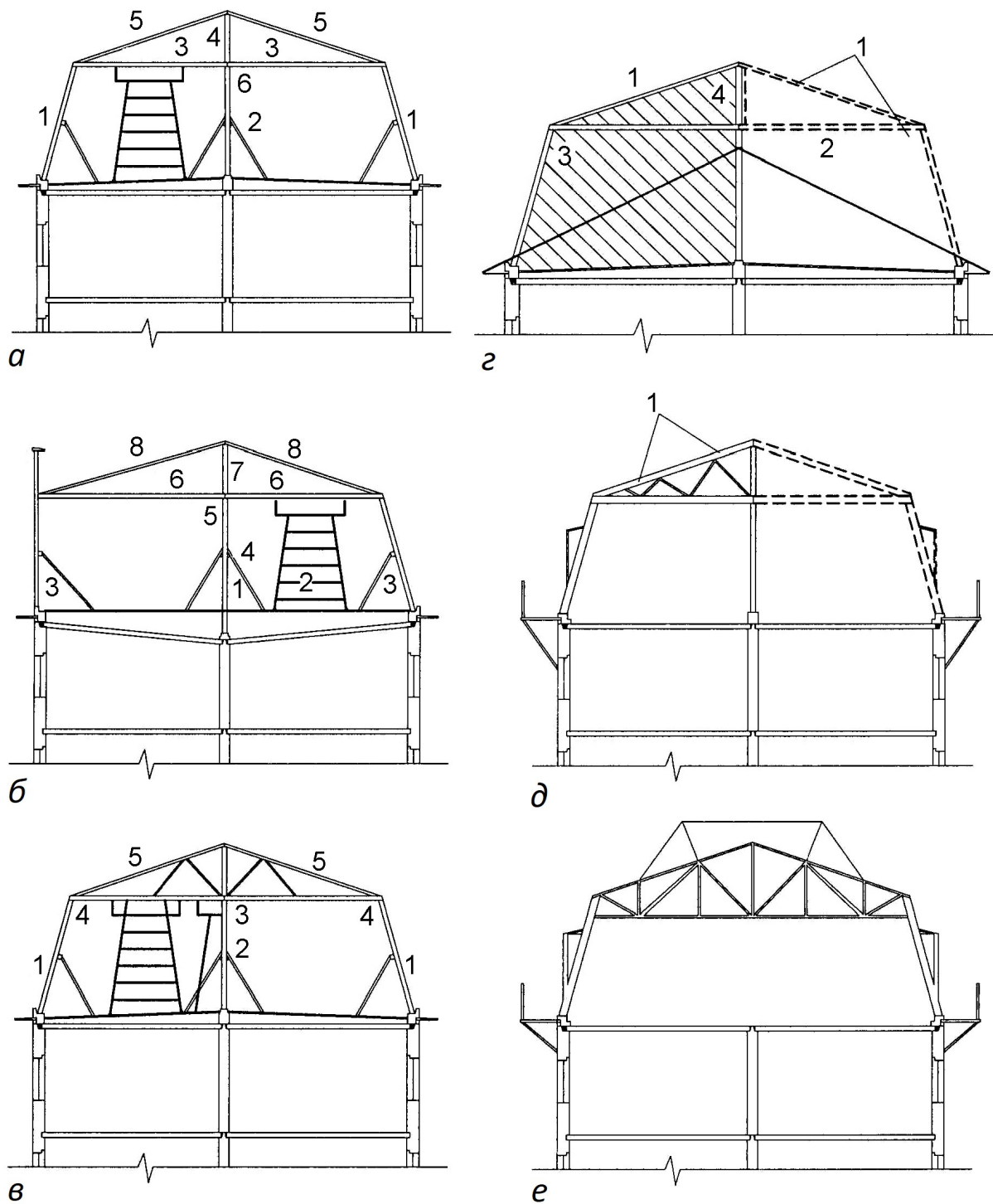
При влаштуванні монолітного обв'язувального пояса використовуються інвентарні щити опалубки та проектне армування. Для зниження тривалості робіт опалубка може встановлюватися на весь об'єм, а подача та укладання бетонної суміші здійснюватиметься автобетононасосом.

Для забезпечення водовідведення атмосферних опадів та устрою виносних риштовань по периметру стін, що забезпечують безпечне виконання робіт та захист мешканців від випадкового падіння будматеріалів, в обв'язувальному поясі влаштовуються горизонтальні наскрізні отвори із пластикових труб на рівні верху карнизної плити.

Влаштування монолітного обв'язувального пояса може здійснюватися без застосування бетононасосного транспорту. Ця обставина дещо підвищує трудомісткість робіт. У той же час ритмічна робота по захваткам забезпечує в кінцевому підсумку зниження собівартості за рахунок використання меншої кількості опалубних щитів та вищої їх оборотності.

*Третій цикл* – зведення несучої частини мансардного поверху. Залежно від технологічності конструктивних рішень вузлів та сполучень, організаційно-технологічного рівня виконання робіт, ступеня механізації та інших факторів монтаж конструкцій несучої частини мансардного поверху може здійснюватися поелементно, плоскими або об'ємними блоками або зведення несучих конструкцій може виконуватися з монолітного залізобетону.

Перехід від поелементного складання до монтажу плоскими та об'ємними блоками дає стрибкоподібне скорочення не тільки трудовитрат, а й тривалості ведення робіт.



**Рис. 9.1. Технологічні схеми виконання робіт при зведенні несучого каркасу мансардних поверхів з різним ступенем укрупнення:**

а, б – поелементний монтаж; в, г – укрупненими плоскими елементами;  
д, е – об'ємними блоками.

Реальне застосування технологій найчастіше диктується умовами будівельного майданчика, рівнем його обмеженості, можливістю використання вантажопідйомних засобів, а також економічними факторами.

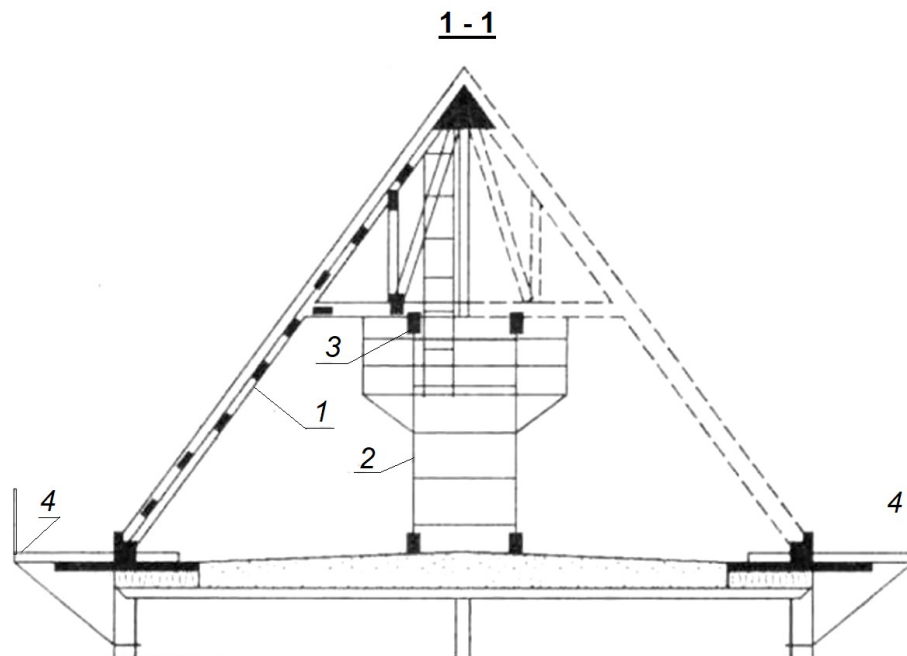
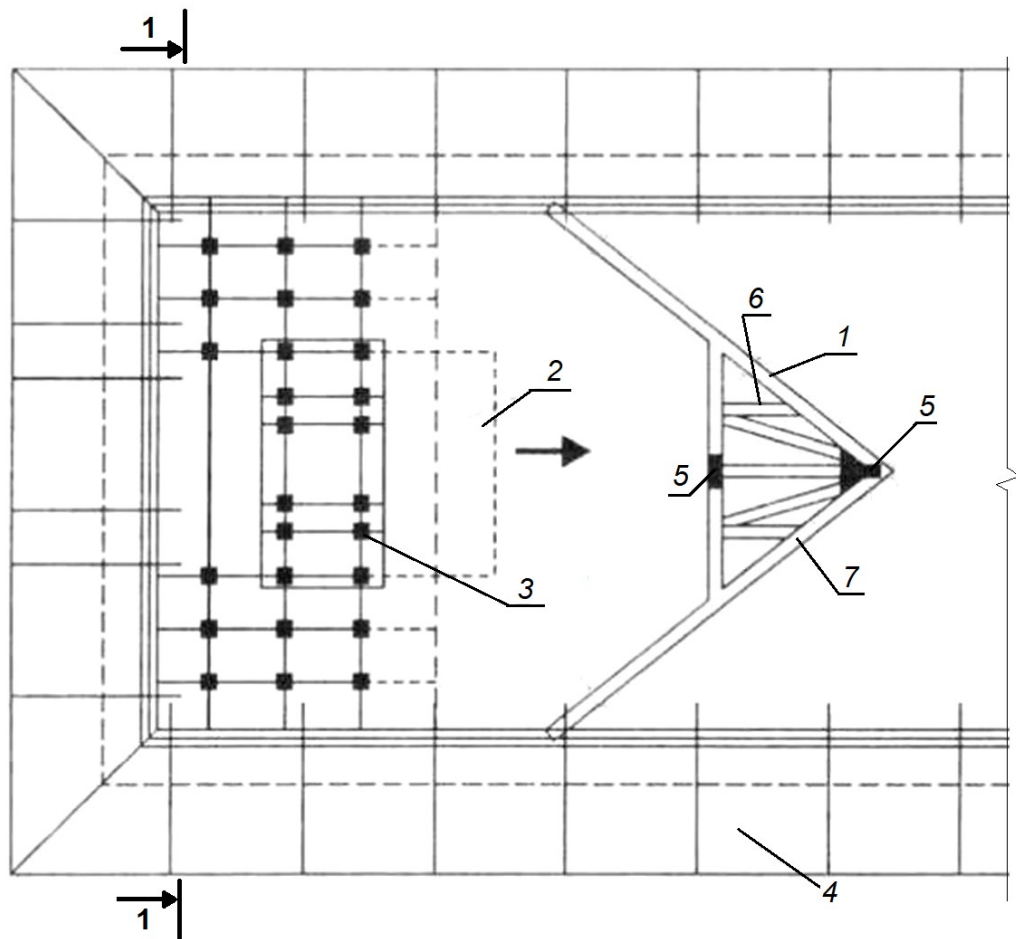
На рис. 9.1 наведено технологічні схеми виконання робіт при зведенні несучого каркасу мансардних поверхів з різним ступенем укрупнення; цифрами показано технологічну послідовність установки елементів мансардного поверху [10]. Мінімальне значення питомої трудомісткості монтажних процесів досягається під час зведення мансардних поверхів з об'ємних блоків.

Для забезпечення виконання робіт використовуються вантажопідйомні засоби у вигляді самохідних пневмоколісних кранів, приставних підйомників вантажопідйомністю до 1 т, лебідок та легких дахових кранів.

При виконанні циклу монтажних робіт застосовують засоби тимчасового кріплення (підкоси, кондуктори, фіксатори), а також підмащування (майданчики, пересувні підмостки, сходи тощо).

Так при монтажі мансардного поверху з дерев'яних рам використовуються пересувні риштовання з фіксаторами для забезпечення проектного положення рам і об'єднання напіврам в коньковій частині, спеціальні шаблони-фіксатори для збереження необхідного положення кроквяних ніг до устрою решітки, системи підйому укрупненого блоку методом поворота, кондуктори та пристрої, що забезпечують підвищення технологічності (рис. 9.2).

**Четвертий цикл** - спеціальні та оздоблювальні роботи. Влаштування покрівельної частини є обов'язковою умовою для переходу на новий цикл робіт з виконання внутрішнього планування з використанням легких каркасних систем, спеціальних видів робіт (електрика, сантехніка), влаштування підготовки під підлоги. Оздоблювальні роботи є заключним циклом.



**Рис. 9.2. Технологічна схема монтажу дерев'яних рам:**

- 1 – рама, укрупнена з двох блоків; 2 – пересувні риштування з майданчиками;  
 3 – кріпильні пристрої; 4 – огороження; 5 – фіксатори;  
 6 – укрупнення рами на покрівлі; 7 – стикувані елементи

## 9.2. Варіанти конструктивно-технологічних рішень у мансардному будівництві

Внаслідок універсальності та гнучкості конструктивно-технологічних рішень в даний час у мансардному будівництві знайшли найбільше поширення дерев'яні або металеві рамні конструкції мансард з подальшим устроєм огорожувальної конструкції з використанням ефективних теплоізоляційних матеріалів. Виконання робіт може здійснюватися вручну з окремих вузлів та деталей з подальшим з'єднанням у зоні монтажу, плоскими елементами та укрупненими блоками.

Як переваги дерев'яних мансард можна відзначити: естетичну привабливість, хімічну стійкість, хороші теплоізоляційні та санітарно-гігієнічні властивості, економічність при транспортуванні та монтажі. Переваги застосування металевих конструкцій мансард - легкість, технологічність, надійність, економічність під час транспортування та монтажу, індустріальність.

Загальним недоліком з точки зору обмежених умов виконання робіт в умовах сформованої забудови, є необхідність наявності великих площ для складування і укрупнювального збирання конструкцій.

Використання металодерев'яних несучих конструктивних систем дозволяє досягти зниження витрат матеріалів, підвищення довговічності та технологічності конструктивних елементів. Основними елементами цієї схеми є деревометалеві стійки, що встановлюються на монолітному поясі, об'єднані обв'язувальним брусом, та шпренгельні ферми, що утворюють елементи покриття та перекриття.

При потоковому способі будівництва мансардного поверху з відставанням на захватку може здійснюватися встановлення стійок і обв'язувального бруса. Їх кріплення виробляють до закладних деталей та тимчасових похилих струбцин, що забезпечують збереження проектного

положення. Потім проводяться монтаж напівферм, їх об'єднання та устрій решетування під покрівельну частину.

Аналіз конструктивно-технологічних рішень показує, що для успішної реалізації принципу збірності та заводської готовності необхідно переходити на легкі об'ємно-блокові будівельні системи, що забезпечують процес зведення у вигляді монтажного циклу з мінімальними витратами праці на оздоблювальні роботи, та улаштування стикових з'єднань. Крім цього, зниження маси конструктивних елементів сприяє застосуванню менш потужних та мобільних кранових засобів, що дуже важливо у обмежених умовах міського середовища.

Переваги застосування об'ємно-блочних конструкцій мансард:

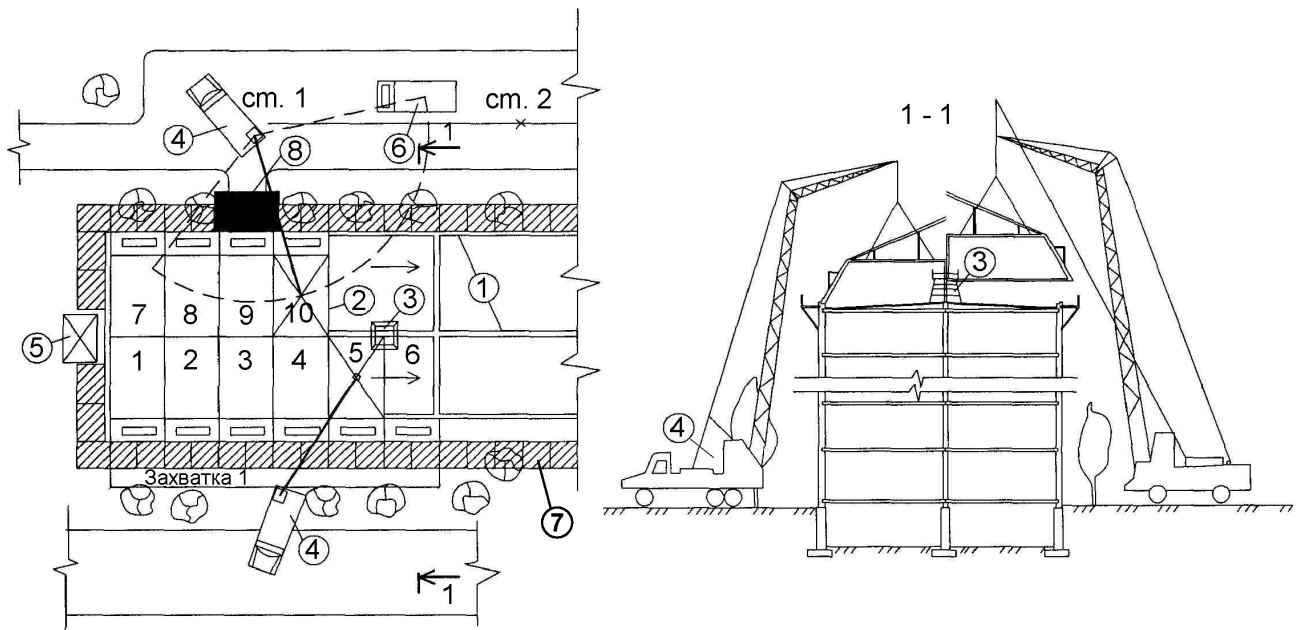
- виготовлення конструктивних елементів здійснюється в заводських умовах з використанням кондукторних систем. Ця обставина дозволяє забезпечити необхідну точність виготовлення та виключити різноманітні деформації при виконанні зварювальних робіт;

- монтажні блоки виготовляються для різних типів житлових будівель з урахуванням особливостей їхньої покрівельної частини. Так, для зведення мансардних поверхів великопанельних будівель серії 1-464 блоки виконуються двох типорозмірів відповідно до кроку внутрішніх стін, що дорівнює 2,6 і 3,2 м. Це дає можливість одночасного монтажу осередку площею 14,8 і 18,2 м. цьому потрібне використання монтажного крана вантажопідйомністю 6...8 т. Для будівель інших конструктивних схем у кожному конкретному випадку враховуються особливості вирішення вузлів покрівельної частини.

Недоліки застосування об'ємно-блочних конструкцій мансард:

- складність транспортування;
- необхідність застосування двох і більше кранів при монтажі;
- необхідність великих площ для складування та укрупнювальної складання конструкцій.

На рис. 9.3 наведено технологічну схему монтажу блоків мансардного поверху для 5-поверхового великопанельного житлового будинку серії 1-464.



**Рис. 9.3. Технологічна схема на період монтажу об'ємних елементів мансардного поверху:**

- 1 – 10 – технологічна послідовність монтажу об'ємних елементів;  
 1 – обв'язувальний пояс; 2 – елемент, що монтується; 3 – тимчасовий опорний майданчик;  
 4 – стоянки автокрана; 5 – вантажопасажирський підйомник;  
 6 – зона приведення об'ємного блоку з транспортного у монтажний стан;  
 7 – огорожа; 8 – козирок над входом (позначення цифр у кружках)

До початку монтажних робіт готуються майданчики для приведення блоків із транспортного у монтажний стан. Для цієї мети використовується спеціальний опорний елемент, на який розміщують мансардний блок таким чином, щоб плита перекриття зайняла горизонтальне положення, а стіновий елемент мав можливість вільного розташування.

Приведення елементів конструкцій у проектне положення здійснюється шляхом встановлення фіксаторів та їх анкерування. Місця шарнірних зв'язків теплоізолюються пінополіуретаном. Здійснюється загальна перевірка стану конструктивних елементів, стиків, облицювання, покрівлі тощо.

З урахуванням геометричних розмірів будівлі, що реконструюється, об'ємних блоків та їх маси, висоти стропів і довжини стріли визначаються монтажні стоянки стрілового крана.

Для великопанельних і цегляних п'ятиповерхових будівель надбудова мансардного поверху може проводитися стріловим краном на автомобільному

ходу типу МКА-16 на базі КРАЗ-257 вантажопідйомністю до 20 т при вильоті стріли 12 м і висоті підйому крюка 21 м. блоків. Для інтенсивного ведення робіт, як правило, потрібні два крани. Це дозволяє виключити часте перебезування крана та підвищити його продуктивність.

Підготовлений до монтажу блок стропують за монтажні петлі та здійснюють підйом до місця встановлення. Монтаж першого блоку є найбільш відповідальним етапом, оскільки будь-яка неточність його установки вплине на загальну схему монтажу та його якість.

Для установки в проектне положення мансардний блок переміщують на покрівельну частину, де використовують рухливу опору для передпроектного тимчасового його розташування. Потім проводять його вивіряння та встановлення в проектне положення з кріпленням опорних частин до монолітного поясу.

Монтаж чергового блоку виробляють у тій же послідовності, з тією відмінністю, що після його встановлення здійснюють пропуск гнучких зв'язків у трубчасті елементи та їх натяг до повного зчленування контактних поверхонь блоків. Елементи покрівельної частини та плит перекриття об'єднуються за допомогою болтових з'єднань, забезпечуючи єдиний горизонт та рівень розташування.

При організації робіт із застосуванням одного монтажного крана після установки шести блоків захватки кран переміщується на протилежну сторону, звідки здійснюється монтаж симетричних блоків в тій же послідовності. Після їх встановлення та об'єднання за допомогою болтових з'єднань здійснюються герметизація стиків, встановлення конькових елементів покрівлі та нащільників. Потім проводиться цикл монтажних робіт на другій захватці із збереженням прийнятої послідовності.

Роботи усередині створених обсягів здійснюються з подачею матеріалів та напівфабрикатів приставними підйомниками вантажопідйомністю до 1 т. Ця обставина дозволяє максимально поєднати виконання суміжних видів робіт. Технологічна ефективність може бути суттєво підвищена при використанні

об'ємних блоків сантехкабін повної заводської готовності, оснащенні мансардних блоків системою електро- і санітарно-технічного розведення та ін.

Використання різних геометричних форм блоків дозволяє суттєво урізноманітнити архітектурний вигляд реконструюємих будівель.

У мансардному будівництві широкі можливості надає монолітний бетон. По-перше, скорочення термінів будівництва можна досягти не тільки за рахунок введення багатозмінної роботи, а також за рахунок скорочення темпів твердіння бетону й тривалості опалубних робіт. По-друге, перехід на безпрогрівні технології на основі сучасних модифікаторів знижує енергоємність будівництва. Виконання несучих конструкцій за безбалочною чи стіною схемами забезпечує отримання великих вільних площ та сприяє організації гнучкого планування приміщень.

Конструктивне рішення мансардних поверхів може виконуватися з плоскими та скатними елементами покрівлі, різними кутами нахилу стінової частини, різноманітними вбудованими елементами, змінною висотою поверху, похилим або вертикальним віконним заповненням. Різноманітність конструктивно-технологічних прийомів дозволяє створювати широкий спектр архітектурних рішень, що є виключно важливим при реконструкції кварталу або мікрорайону забудови.

Найбільш поширені рішення мансардних поверхів в монолітному залізобетоні включають несучі та огорожувальні елементи стін, перекриттів і покриттів з плоскою або скатною покрівельною частиною. Такі рішення легко адаптуються при надбудові мансардних поверхів як цегляних, так і панельних житлових будівель перших та наступних масових серій. Досить просто вирішуються питання, пов'язані з влаштуванням утеплення та покрівлі шляхом використання різних систем віконного заповнення.

Представлені варіанти передбачають як внутрішній водосток атмосферних опадів, так і зовнішній.

Влаштування плоских і похилих перекриттів здійснюється як з використанням індустріальних опалубок, так і шляхом зведення із застосуванням опалубки з листів фанери ламінованої по дерев'яних балках.

При цьому підтримуючими елементами служать телескопічні опорні стійки. Плавна зміна висоти стійок дозволяє створити необхідний ухил перекриття, а також компенсувати ухил, який утворюється елементами плоскої покрівлі. Застосування стандартних листів фанери скорочує кількість швів та знижує додаткові витрати на оздоблення поверхонь. Зменшення висоти стійок за допомогою механічних домкратів забезпечує плавний відрив фанерної палуби під час демонтажу опалубки. Ефективність розпалубних робіт підвищується при правильному використанні мастил, що знижують адгезію бетону з палубою.

Армування конструкцій здійснюється з ручною в'язкою стрижнів каркасів, що не вимагає постійного використання вантажопідйомних засобів.

Подача та укладання бетонної суміші може проводитися за схемою «кран – бадья» або бетононасосним транспортом.

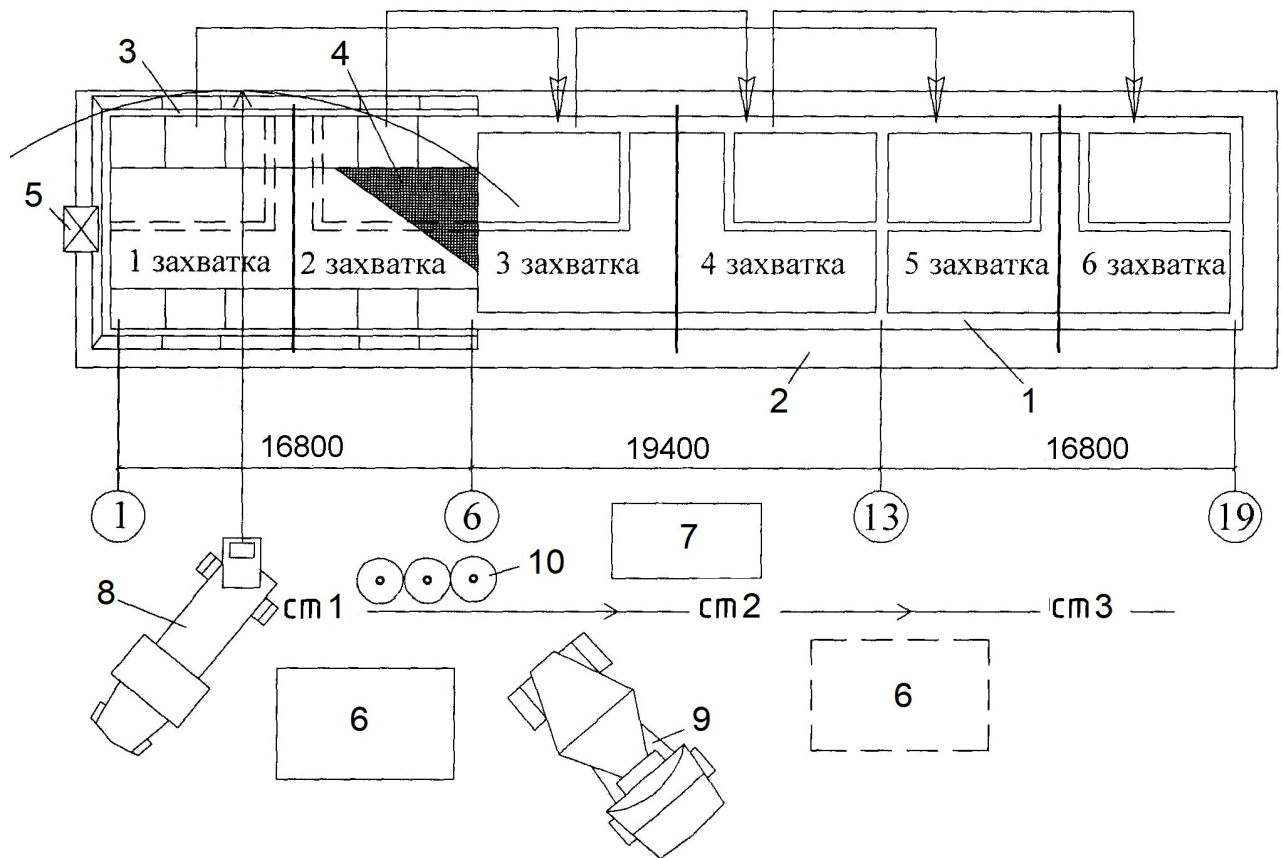
Особливий вплив на технологію ведення робіт надає інтенсивність набору міцності розпалубної бетоном, яка визначає в цілому темп зведення конструкцій мансардних поверхів.

З різноманіття технологій прискореного твердіння слід виділити камерний обігрів бетону теплогенераторами, який забезпечує набір розпалубочної міцності за 24...36 годин.

Зведення конструкцій мансардного поверху проводиться потоковим способом. На рис. 9.4 наведено технологічну схему виконання робіт, коли споруджуваний об'єм поділяється на 6 захваток. При загальній площі опалубки на одну секцію виконання бетонних робіт проводиться по захваткам. Ритм потоку підбирається таким чином, щоб закінчення підготовчих робіт на другій захватці збігалось з розпалубкою конструкцій першої захватки та перенесенням її опалубки на третю захватку. Цикл бетонування та теплової обробки на захватці за тривалістю повинен дорівнювати тривалості робіт із встановлення опалубки та влаштування арматурного заповнення на сусідній захватці.

Паралельно з циклом бетонних робіт із відставанням на захватку здійснюються утеплення та покрівельні роботи. Найбільш раціональною технологією є устрій решетування з бруса, в проміжок між яким укладається плитний утеплювач. Потім виконується цикл покрівельних робіт. Використання

металочерепиці чи плоских листів покрівлі дозволяє з прийнятим ритмом здійснювати весь комплекс робіт.



**Рис. 9.4. Схема організації робіт зі зведення мансардного поверху:**

- 1 – влаштування обв'язувального поясу; 2 – встановлення риштувань;;  
 3 – монтаж опалубки та стінових конструкцій; 4 – армування; 5 – вантажопасажи́рський підйомник; 6 – майданчик для роботи з опалубкою; 7 – те саме, для складування арматури;  
 8 – пневмоколісний кран; 9 – автобетонозмішувач; 10 – бадя для бетонної суміші

Загальна тривалість робіт із зведення монолітних несучих конструкцій трисекційного великопанельного будинку становить 30 робочих днів при двозмінній роботі. Використання стандартних швидкокомтованих перегородок, індустріальних технологій оздоблювальних та інших видів робіт поточковими методами дозволяє довести загальну тривалість до 80...110 робочих днів за максимальної концентрації робочої сили. При цьому питомі трудовитрати на 1 м<sup>2</sup> площі сягають 1,8...2,4 люд.-дн.

Більш технологічним і менш трудомістким є зведення несучих та огорожувальних конструкцій мансардних поверхів у катучій об'ємно-блоковій опалубці.

Особливістю конструктивного рішення є можливість тунельної опалубки переміщатися напрямними, виконаними у вигляді монолітного обв'язувального пояса. При цьому використовуються опори-котки, з'єднані між собою валом і приводним штурвалом. За допомогою домкратних гвинтів опалубка встановлюється у проектне положення. Потім виконується цикл арматурних робіт, після закінчення яких здійснюються встановлення зовнішньої опалубки стінового огороження та подальше її бетонування. Ця опалубка приймається полегшеного типу з фанерною палубою з розмірами, що забезпечують ручну установку та демонтаж. Так само, як і внутрішні опалубні блоки, зовнішні щити забезпечуються котучими опорами, що забезпечують їхнє переміщення по поздовжній осі будівлі.

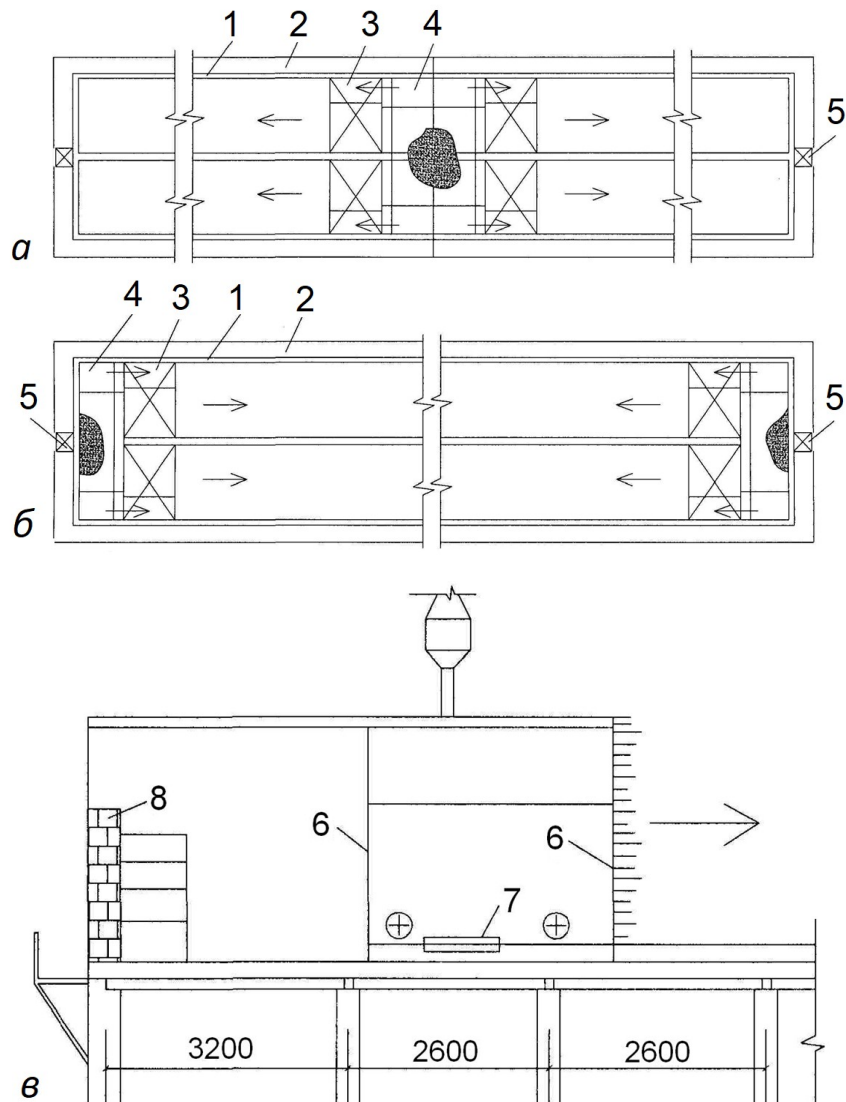
На момент бетонування здійснюється з'єднання зовнішніх щитів з внутрішнім опалубним блоком за допомогою гвинтових з'єднань і трубчастих полімерних вкладишів, що фіксують необхідну товщину стіни. Для влаштування отворів використовуються проемоутворювачі. Процес бетонування здійснюється відомими прийомами з крановою подачею суміші циліндричними баддями з гнучким розподільчим рукавом або бетононасосним транспортом.

Зведення несучих частин мансардного поверху можливе за двома схемами: під час руху опалубних систем з торців будівлі до центру та їх переміщення від центру будівлі до торців (рис. 9.5).

Перший варіант вимагає переміщення бетоноукладочного комплексу та вантажопідіймального крана від торців будівлі до центральної частини. Другий - сприяє концентрації засобів механізації на початковому етапі зведення та розподілу в пізніші періоди часу [10].

Аналіз організаційно-технологічних рішень показав, що найефективнішою схемою є зведення монолітних конструкцій за напрямом від центру будівлі до його торців. Цей варіант забезпечує швидке створення необхідного фронту наступних робіт, пов'язаних з утепленням конструкцій,

установкою віконних заповнень, устроєм покрівлі та циклом внутрішніх робіт. Ця схема забезпечує створення ритмічних потоків та його розосередження у просторі.



**Рис. 9.5. Технологічні схеми виконання бетонних робіт:**

- а – з початком бетонування від центру будівлі; б – те саме, з торців;  
 в – схема проведення робіт: 1 – обв'язувальний пояс; 2 – риштування з огорожею;  
 3 – зовнішній щит опалубки; 4 – опалубний блок; 5 – підйомник;  
 6 – штора; 7 – теплогенератор; 8 – кладка торцевої стіни

Устрій торцевого заповнення може здійснюватися з ефективних дрібноштучних блоків, цегляної кладки або монолітного залізобетону. У кожному даному випадку приймається економічно обгрунтований варіант. Подібна технологія приймається для робіт з влаштування сходових кліток та міжсекційних перегородок.

Зведення торцевих елементів має велике значення, оскільки сприяє створенню замкнутих об'ємів та завершеності мансардного поверху. Ці роботи повинні виконуватися неодмінно після закінчення бетонування при схемі виконання робіт від центру до торців будівлі та після зведення крайніх захваток - при зустрічному напрямку. Технологічні схеми виконання робіт розглянутих варіантів передбачають раціональне розміщення вантажопідіймального обладнання, засобів подачі та транспортування матеріалів та напівфабрикатів.

Як правило, у кожному конкретному випадку розміщення вантажопідійомних засобів, зон складування, побутових та виробничих приміщень диктується конкретною ситуацією, що склалася, наявністю вільних майданчиків і зон.

Найбільш ефективною є модель будівництва групи мансардних поверхів для будівель району або кварталу забудови. Ця обставина дозволяє запроектувати довгострокові будівельні потоки, що призводить до ритмічного введення додаткових площ та сприяє зниженню матеріальних витрат. Дана модель передбачає розміщення у кварталі забудови бетонозмішувального вузла малої продуктивності, арматурного цеху та системи допоміжних виробництв. Мінімальна відстань до об'єктів реконструкції сприяє зниженню транспортних витрат та собівартості робіт загалом.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що включає технологічний процес зведення мансардних поверхів?
2. У чому переваги та недоліки застосування дерев'яних, металевих та деревометалевих конструкцій несучих елементів мансард?
3. Опишіть технологію монтажу об'ємно-блочних конструкцій мансард.
4. Назвіть технологічні особливості зведення несучих конструкцій мансард із монолітного бетону.
5. Які схеми виконання бетонних робіт можуть застосовуватися при зведенні мансардного поверху в опалубці?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

### Основні

1. Савйовский В.В. Реконструкция будівель та споруд: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2019. 320 с.
2. Савйовский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. Харків: Ватерпас, 1999. 288 с.
3. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності: навч. посібник/ Уваров П.Є. та ін. Дніпропетровськ: Вид-во «Маковецкий Ю.В.», 2010. 344 с
4. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. Київ: «Центр навчальної літератури», 2004. 304с.
5. Якименко О. В., Кіктьова К. О. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посіб. Харків: Вид-во ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 247 с.
6. Бабич Є.М. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд: підручник. Рівне: «Волинські обереги», 2018. 176 с
7. Основи реконструкції будівель і споруд: навч. посіб. / І.Г. Іваник та ін. Львів : Вид-во Національного університету "Львівська політехніка", 2019. 268 с.
8. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навч. посіб. / Гавриляк А.І. та ін. Львів: Вид-во Національного університету "Львівська політехніка", 2006. 540 с.

### Додаткові

9. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд : підручник /за ред.: Е. А. Шишкіна, О. В. Завального. Харків: Вид-во ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 404 с.
10. Уваров П.Є., Уваров Є. П., Мартыш А. П., Кравчуновская Т.С. Организационно-технологическое проектирование ликвидационного цикла строительных объектов (концептуально-методологический аспект) // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Дніпропетровськ, 2009. №11 (140). С.21-31.
11. Уваров П.Є. Ліквідаційний цикл: організаційно-технологічні аспекти розбирання, руйнування і знесення об'єктів будівництва. //Зб. наук. праць Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. «Будівництво матеріалознавство, машинобудування». Дніпропетровськ, 2008. №47. С. 305-312.
12. Методические рекомендации по выбору рациональных проектно-технологических решений ресурсосберегающей модернизации гражданских зданий первых массовых серий./ Уваров Е.П., Уваров П. Е., Тянь Р.Б., Березюк А.Н. Днепропетровск: «Наука и образование», 2003. 32 с.
13. Методичні рекомендації з вибору та впровадження раціональних проектно-технологічних вирішень із влаштування великорозмірних прорізів у стінах при реконструкції будівель./ Уваров П.Є. та ін.. Дніпропетровськ: Вид-во ПДАБтаА, 2009. 28 с.

### Нормативні

14. ДБН В.3.2-2-2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2019. 45 с.
15. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. [Чинний від 2022-07-01]. Вид. офіц. К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 33 с.
16. ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість. [Чинний від 2024-09-01]. Вид. офіц. Київ: «УкрНДНЦ», 2024. 78 с,
17. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 54 с.
18. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці й промислова безпека у будівництві. [Чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2012. 122 с.
19. ДБН В.1.2-12-2008. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2008. 34 с.
20. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2022. – 64 с.
21. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіон, 2016. 68 с.
22. ДСТУ 9288:2024. Організація і технологія ремонту, підсилення та відновлення будівельних об'єктів. Загальні вимоги. [Чинний від 2025-01-01]. Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2025. 64 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### **Методичні рекомендації щодо вибору та обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень щодо руйнування та зносу будівельних конструкцій та об'єктів в цілому**

##### **1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

1.1. Рекомендації розроблені з метою вибору раціональної технології та організації виконання робіт з часткового або повного руйнування монолітних, збірних, збірно-монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій та конструктивних елементів на цегли та бутового каменю, що виконуються в умовах діючих промислових підприємств.

1.2. При вирішенні питань, пов'язаних з руйнуванням будівельних конструкцій, що розбираються, необхідно виходити з умов максимальної безпеки їх з метою подальшого використання; повне руйнування конструкцій допускається, якщо їх неможливо зберегти в умовах роботи діючих підприємств або відсутні підйомно-транспортні засоби належної вантажопідйомності.

1.3. У рекомендаціях враховано фактори, що впливають на вибір технології та організації виконання робіт з руйнування будівельних конструкцій, що виконуються в умовах реконструкції діючих підприємств (рис. А.1).

1.4. Роботам з руйнування будівельних конструкцій має передувати розробка проекту виконання робіт (ПВР) та технологічних карт, погоджених з керівництвом підприємства, що реконструюється, і включають рішення з підготовки та руйнування конструкцій.

1.5. При підготовці до руйнування та розбирання будівельних конструкцій їх обстежують та узгоджують умови виконання робіт. Далі виконують такі роботи: відключають та демонтують інженерні мережі, що потрапляють у зону розбирання; влаштовують тимчасові огороження для запобігання приміщень діючих виробництв від пилу, сміття, забруднень та ін; готують під'їзні шляхи; доставляють та монтують ліси, підмостки, лотки, сміттепроводи, бункери та вантажопідйомне обладнання; готують оснастку для тимчасового закріплення конструкцій у процесі їх розбирання та руйнування матеріалів, з яких вони виготовлені.

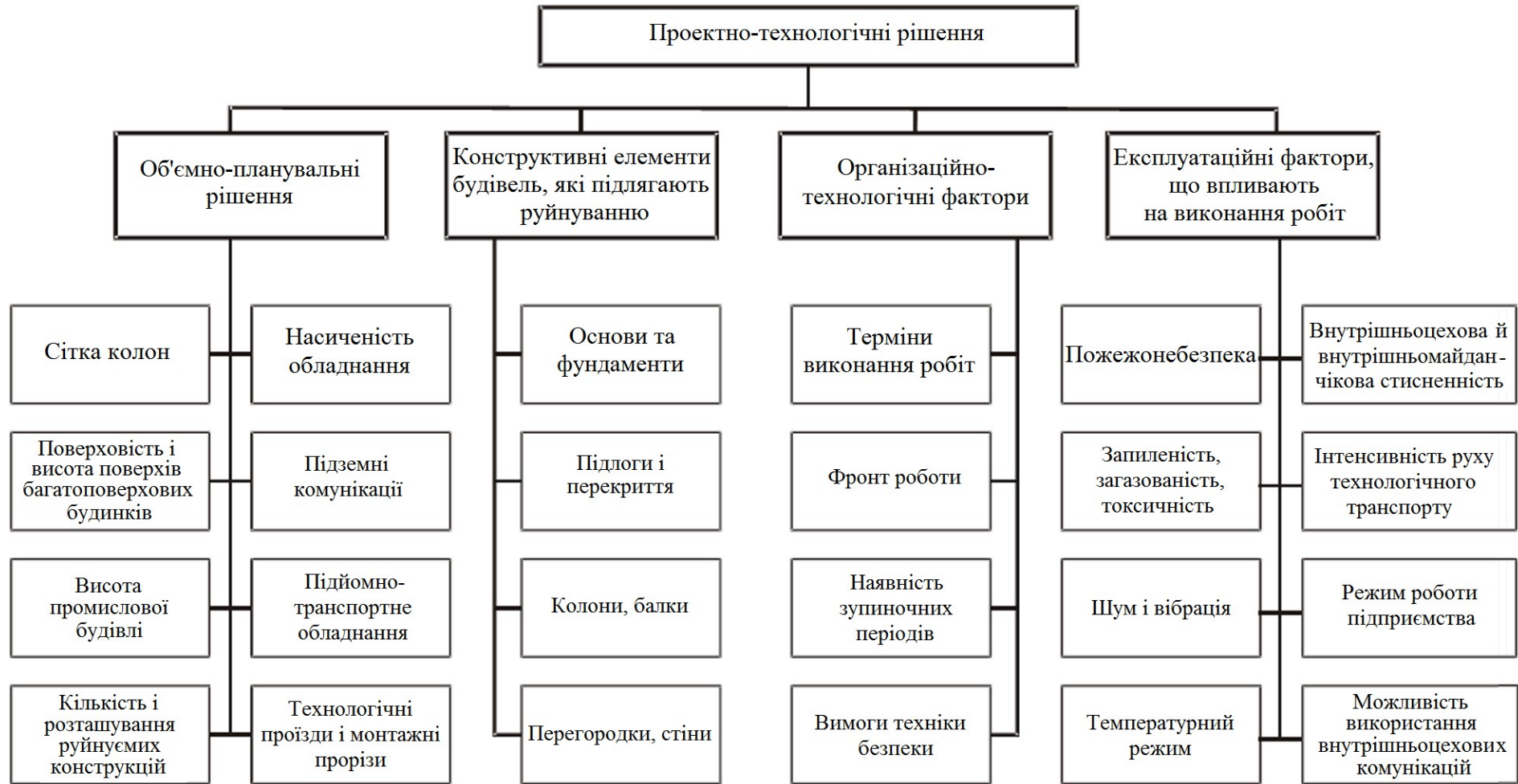


Рис. А.1. Фактори, що визначають технологію та метод організації виконання робіт з руйнування будівельних конструкцій

1.6. У процесі руйнування та розбирання виконують такі роботи: відокремлюють одну деталь конструкції від іншої; розділені конструкції знімають, оглядає, сортують та укладають у штабелі; руйнують і розпушують монолітні та бетонні конструкції; відокремлюють матеріали та частини зруйнованих конструкцій, придатні для повторного використання; відвантажують та транспортують продукти руйнування конструкцій та їх розбирання до місць складування чи відвалу.

1.7. Обстеження будівельних конструкцій проводять, щоб визначити в процесі розробки ПВР і технологічних карт обсяг робіт, а також способи і засоби руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, придатність їх і продуктів руйнування для подальшого використання. Результати обстеження заносять у відомість, форму складання якої наведено нижче.

1.8. Дані, що не увійшли до відомості обстеження, включають до пояснювальної записки: вид з'єднання конструкцій між собою; наявність зв'язків, які забезпечують стійкість будівлі; матеріал стін, кріплення їх з каркасом; спосіб передачі навантаження від стін на каркас; наявність на елементах каркасу інженерних комунікацій, технологічного обладнання, спосіб їхнього кріплення на каркасі. До записки додається план території підприємства з нанесеними на ньому будинками, що розбираються і прилеглими, підземними і наземними інженерними мережами, дорогами, насадженнями в ін.

1.9. До початку проектування організація та технології виконання робіт з руйнування будівельних конструкцій повинна бути підготовлена узгоджена з дирекцією підприємства, що реконструюється, довідка, що містить такі дані: терміни початку та закінчення робіт; загальні умови виконання робіт (з зупинкою, без зупинки, з частковою зупинкою, час зупинки); режим роботи будівельно-монтажних організацій (без обмеження або тільки в третину» зміну, у вихідні та святкові дні та інші варіанти); будову тимчасових стінок, стель, завіс, наметів, мереж; заходи щодо захисту діючого обладнання від пилу, атмосферних опадів, забруднення та ін; дотримання заходів безпеки щодо запобігання вибухам, пожежам, ураженням електричним струмом та інших небезпечних та шкідливих впливів; можливість застосування різних способів і засобів руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, та їх розбирання.

1.10. Міцність бетону при стисканні, діаметр і розташування сталеві арматури в будівельних конструкціях, що розбираються, що впливають на вибір засобів і способів руйнування матеріалу, з якого вони виконані, визначають за загальноприйнятою методикою.

1.11. Застосування цих рекомендацій у практиці виконання робіт забезпечує вибір раціонального способу та засобів руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, та їх розбирання, сприяє підвищенню продуктивності праці за рахунок чіткого взаємозв'язку окремих технологічних процесів та раціонального використання засобів механізації, скорочення трудомісткості та обсягів ручної праці, паливно-енергетичних ресурсів та

зниження собівартості робіт з руйнування та розбирання будівельних конструкцій, підвищення технологічної дисципліни.

## 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ

2.1. Матеріал конструкцій, що розбираються, руйнують, використовуючи методи, що підрозділяються на механічні, термічні і вибухові. У табл. А1 наводяться класифікація методів руйнування, а також машини та інструменти, що застосовуються для цього виду робіт.

2.2. Ручний інструмент використовується тільки в тих випадках, коли неможливо застосувати інші, більш продуктивні та менш трудомісткі способи.

2.3. Для руйнування стін, підлоги масивів товщиною до 300 мм застосовують клин-молот або кулі-молот, що навішуються на екскаватор. Екскаватор можна використовувати для завантаження продуктів руйнування та розібраних конструкцій у транспортні засоби. Однак великі габарити екскаватора і руйнівна дія на його механізм різко змінюваних навантажень обмежують його застосування в обмежених умовах цеху, що реконструюється.

2.4. Ручні свердлильні машини з твердосплавними або алмазними кільцевими свердлами застосовують для свердління отворів діаметром до 20 мм в цегляній і кам'яній кладці, бетонних залізобетонних конструкціях. Недолік цих машин – низька продуктивність праці. Крім того, наявність арматури в залізобетонних конструкціях потребує додаткових витрат праці та частої зміни свердл.

Таблиця А.1

### Класифікація методів руйнування будівель та споруд із застосуванням різних машин та механізмів

| Метод впливу  | Спосіб руйнування              | Застосовувані машини та механізми                  |
|---|--------------------------------|--|
| Механічний (статичне навантаження на конструкції, свердління)                     | Злам                           | Ручний інструмент. Пересувні механізми             |
|   | Грейферний                     | Грейфери   |
|   | Розбивання                     | Різні ваги   |
|   | Тиск                           | Механізми для створення тиску                      |
|   | Розточування                   | Ручні свердлильні машини.                          |
|   | Сострожка                      | Свердлильні верстати з алмазними свердлами         |
|   | Розколювання                   | Відбійні молотки<br>Бетоноломи для буріння отворів |
| Термічний (прямое нагрівання, енергетическое излучение, электромагнитная энергия) | Створення тріщин               | Порошково-кисневий різак                           |
|   | Розколювання                   | Реактивно-струменевий пальник                      |
|   | Розплавлення                   | Установки з електричною дугою                      |
|   | Випарювання                    | Кисневий спис<br>Лазер                             |
|   | Блукаючі струми.<br>Мікрохвилі | Конденсатори<br>Трансформатори                     |
| Вибуховий   | Вибух                          | Електрогідравлічна установка                       |
|   |                                | Вибухогенератор ВН-2                               |
|   |                                | Гідропороховий скелелом                            |

2.5. Свердлильними верстатами з алмазними кільцевими свердлами можна свердлити отвори та отвори в стінах і перекриттях завтовшки більше 1 м, виготовлених з різних матеріалів (спецбетони, попередньо напружений залізобетон). Розміри алмазних свердлів, що випускаються вітчизняною промисловістю, дозволяють свердлити отвори діаметром 8-160 мм. Для свердління отворів великої глибини використовуються подовжувальні штанги.

Для утворення отворів діаметром понад 160 мм висвердлюються отвори, що частково перекривають одне інше.

Середньозмінна продуктивність оператора по свердлінню отворів за допомогою свердлильних верстатів наведена у табл. А.2.

Таблиця А.2

### Середньозмінна продуктивність оператора

| Показник   | Діаметр алмазного кільцевого свердла, мм |     |     |     |     |     |     |      |     |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|  | 20                                       | 25  | 35  | 50  | 60  | 85  | 100 | 125  | 160 |
| Середньозмінна продуктивність оператора, отворів за одну зміну | 44                                       | 48  | 41  | 38  | 32  | 30  | 33  | 38   | 17  |
| Глибина свердління, м  | 0,2                                      | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3  | 0,5 |
| Середньозмінна продуктивність свердління, м, за одну зміну     | 8,8                                      | 9,6 | 8,2 | 7,6 | 9,6 | 9,0 | 9,9 | 11,4 | 8,5 |

Свердлильні верстати з алмазними кільцевими свердлами прості, економічні, мають малі габарити та порівняно малу масу, що дозволяє широко застосовувати їх при руйнуванні конструкцій у обмежених умовах діючих виробництв. Недоліком є їхня порівняно мала продуктивність.

Середньогодинна швидкість утворення отворів ( $V_{cp}$ ) за допомогою кільцевих свердлів залежно від діаметра свердла ( $d$ ) наведена у табл. А.3.

Таблиця А.3

### Середньогодинна швидкість утворення отворів

| $V_{cp}$ , мм | 20  | 25  | 35   | 50   | 60  | 85  | 100  | 125 | 160  |
|---------------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|
| $d$ , м/год   | 1,1 | 1,2 | 1,01 | 0,95 | 1,2 | 1,1 | 1,24 | 1,4 | 1,06 |

2.6. Відбійні молотки (пневматичні та електричні), бетоноломи та перфатори з пневмо-, електро- та мотоприводами застосовують для буріння отворів, утворення прорізів ніш та штраб, відділення частин конструкцій, пошарового розбирання масивів та ін. у конструкціях з будь-яким просторовим положенням. До факторів, що обмежують область їх застосування, належать необхідність використання додаткових засобів для видалення сталевих арматур в залізобетоні та вплив на працюючих шуму та вібрації.

2.7. Пневмо- та гідромолоти, навішені на екскаватор, застосовують у наступних випадках:

- з енергією удару 700-800 Дж – для руйнування асфальтового покриття та бетонних дорожніх плит невеликої товщини;
- з енергією удару 800-1400 Дж – для руйнування бетону в бетонних та залізобетонних конструкціях, а також скельних порід;
- з енергією удару 1500-2000 Дж - для руйнування бетону в масивних бетонних та залізобетонних конструкціях, жорстких дорожніх покриттів та негабаритів порід середньої та підвищеної міцності об'ємом 1-1,5 м<sup>3</sup>;
- з енергією удару понад 2000 Дж – для руйнування скельних порід у масиві та дроблення брил міцних гірських порід.

До недоліків пневмо- і гідромолотів відносяться значні габарити, необхідність киснево-ацетиленової або іншого різання сталевих арматур залізобетонних конструкцій, що розбираються.

2.8. Верстати з алмазними дисками (дискові пили з алмазною крихтою) застосовуються при різанні бетону і залізобетону товщиною до 450 мм. З їх допомогою вирізують віконні, дверні та інші отвори, нарізають температурні шви, розбирають підлогу.

Переваги використання верстатів: рівний та гладкий зріз, порівняно висока продуктивність; недоліки: необхідність рясного зволоження диска водою (3-4 л на 100 мм діаметра диска), порівняно велика маса (240-1150 кг), значні габарити, що ускладнюють їх застосування у обмежених умовах реконструкції діючих підприємств.

2.9. Клинові розколювачі, що приводяться в дію за допомогою гідроциліндра, застосовують для руйнування бетону будівельних конструкцій, що розбираються. Їхній робочий орган є циліндром, в середній частині якого на всю висоту вирізаний клин, що звужується. При підйомі клиноподібної частини розколювача вгору бічні частини розсуваються, збільшуючи його діаметр. Робочий орган розколювача наводиться у поступальний рух гідропіліндром; За рахунок підбору кутів клину зусилля досягає 1500-2000 кН.

2.10. Для розколювання бетону застосовують установки, що складаються з маслорасосної станції та кількох (до 5) клинових пристроїв. Спочатку в бетоні бурять шпури на глибину, дещо більшу, ніж довжина робочого органу. Крок між шпурами дорівнює 400-800 мм залежно від марки бетону. Діаметр шпурів на 3-5 мм більший за діаметр робочого органу. Робочий орган вводять у шпур, після чого гідроциліндр під тиском подають масло. Невелика маса та габарити установки дозволяють застосовувати її в обмежених умовах реконструкції діючого підприємства.

2.11. Електричні бороздороби застосовують для утворення борозен у будь-якому матеріалі. Їх робочим органом є твердосплавні фрези та алмазні відрізні диски. Пиловідсмоктуючий пристрій, необхідний при роботі з бороздоробом, збільшує його масу до 12 кг, що ускладнює ефективне використання цього механізму.

2.12. Імпульсна водометна установка, за допомогою якої можна робити 5 пострілів водою на секунду з енергією до 100 кДж, застосовується для руйнування кам'яних та бетонних конструкцій. Руйнування матеріалу відбувається за рахунок того, що рідина вибиває з моноліту енергією гідравлічного удару частинки бетону або цегли.

2.13. Пристрій для руйнування голів палей (УРГП) є звареною рамою, виконаною у формі скоби, у внутрішніх протилежних стінках якої є порожнини у формі прямокутного паралелепіпеда. У порожнинах розміщені повзуни, з зубцями (різаками), кожен з яких шарнірно з'єднаний з головкою штока силових гідроциліндрів, укріплених на зовнішніх протилежних площинах рами. Гідроциліндри подвійної дії приєднані шлангами високого тиску до гідравлічної системи базової машини (трактора, екскаватора).

Пристрій встановлюють на пали, після нього гідроциліндри подають під тиском масла, що приводить в рух штоки і зуби, якими руйнується тіло залізобетонної палі.

До недоліків цього пристрою належать великі габарити, що ускладнює роботу з ним у обмежених умовах реконструкції діючого підприємства.

2.14. Спеціальні невибухові руйнівні засоби на основі напружувального цементу застосовують для розколювання бетонних конструкцій і негабаритів на окремі частини одиночними та груповими шпурами.

Склади типу "Брістар" (Японія) і НРС-1 (Україна) являють собою порошкоподібний матеріал світло-сірого кольору з різними відтінками, пилячий, негорючий і невибухонебезпечний, що володіє лужними властивостями. Суміш з такого складу, приготовлену з водою у певних співвідношеннях, заливають у шпури, заздалегідь пробурені в матеріалі, що руйнується. Чим більший діаметр шпуру, тим більше руйнівних зусиль, які через 24 години досягають 30-50 МПа.

Водотверде відношення (за масою) зазвичай знаходиться в межах від 0,27 до 0,32. Тривалість перемішування маси, що готується, не повинна перевищувати 8-10 хв.

Склади, принцип дії яких заснований на розширенні сумішей, що твердіють, застосовують при будь-якому ступені стисненості в умовах реконструкції діючих виробництв.

У табл. А.4 дано показники при виконанні робіт з руйнування будівельних конструкцій механічним способом

2.15. До засобів термічного впливу на руйнований матеріал будівельних конструкцій, що розбираються, відносяться кисневий спис, газоструминний порошково-кисневий спис, порошково-кисневий різак, реактивно-струменевий пальник, плазмове різання і електродугове плавлення (табл. А.5).

2.16. Кисневий спис, що являє собою товстостінну металеву трубу із зовнішнім діаметром до 10 мм або газову трубу діаметром 6, 8, 12 мм і довжиною 3-5 м із закладеним всередину низьковуглецевим дротом або металевим стрижнем круглого або трикутного перерізу, застосовують для пропалювання в бетоні матеріалі отворів діаметром 30-120 мм та глибиною до 4 м.



| 1   | 2         | 3 | 4 | 5        | 6        | 7        | 8 | 9    | 10   | 11        | 12      | 13   | 14  | 15   | 16   | 17   |
|---|-----------|---|---|----------|----------|----------|---|------|------|-----------|---------|------|-----|------|------|------|
| Удаление пыли   | -         | - | - | -        | -        | -        | - | -    | -    | -         | -       | -    | -   | -    | -    | +    |
| Расход: воды, л/хв;<br>сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /хв  | -         | - | - | -        | -        | 4-6      | 6 | -    | -    | -         | 20      | -    | -   | -    | -    | -    |
| Трудомісткість:<br>люд.-год/м <sup>3</sup> ;<br>люд.-год/м <sup>3</sup> ;<br>люд.-год/отв.;<br>люд.-год/од. | 0,03-0,09 | - | - | -        | -        | -        | - | 33,3 | 33,3 | -         | -       | 2,98 | 2,7 | -    | 3,41 | -    |
|   | -         | - | - | 0,55-1,7 | -        | -        | - | -    | -    | 0,14-0,24 | 0,2-0,7 | -    | -   | -    | -    | 0,28 |
|   | -         | - | - | -        | 0,2      | 0,2-0,31 | - | -    | -    | -         | -       | -    | -   | -    | -    | -    |
|   | -         | - | - | -        | -        | -        | - | -    | -    | -         | -       | -    | -   | 0,1  | -    | -    |
| Несприятливі фактори:<br>пил;<br>вібрація;<br>бризки;<br>шум  | +         | - | + | -        | -        | -        | - | +    | +    | +         | -       | +    | -   | -    | -    | -    |
|   | +         | - | - | -        | -        | -        | - | -    | -    | +         | -       | +    | +   | -    | -    | -    |
|   | ”         | + | - | -        | -        | -        | - | -    | -    | -         | -       | -    | -   | -    | -    | -    |
|   | ”         | - | - | -        | -        | -        | - | +    | +    | +         | -       | +    | +   | -    | -    | -    |
| Потужність, кВт   | -         | - | - | -        | 0,9-1,07 | 2,2-3    | - | -    | -    | -         | 4,5-30  | -    | -   | 10,5 | 2,8  | 0,3  |

Примітка. Знаком "+" вказано на наявність показника при застосуванні даного засобу, знаком "-" - на відсутність

Таблиця А.5

**Показники під час виконання робіт з руйнування будівельних конструкцій термічним способом**

| Показник                               | Значення показників із засобів руйнування |  |                          |                             |                              |                                     |           |
|--|---|--|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----------|
|  | кисневий спис                             | газоструминний порошково-кисневий спис | порошково-кисневий різак | реактивно-струменевий палик | установка плазмового різання | установка електродугового плавлення | термобури |
| 1                                      | 2   | 3                                      | 4                        | 5                           | 6                            | 7                                   | 8         |
| Продуктивність, мм/хв                  | 10-40                                     | 10-40                                  | 10-40                    | -                           | 10-40                        | 30-80                               | 130-170   |
| Товщина матеріалу, що розбивається, мм | 3500                                      | 3000                                   | 400                      | -                           | 100                          | 1000                                | 1200-1500 |
| Маса, кг                               | до 15                                     | до 10                                  |                          | до 15                       | -                            | 60                                  | до 15     |
| Витрати:                               |   |  |                          |                             |                              |                                     |           |
| кисню, м <sup>3</sup> /год             | 4-22                                      | 12                                     | 40-80                    | -                           | -                            | -                                   | -         |
| металу, кг/год;                        | 21-47                                     | -                                      | -                        | -                           | -                            | -                                   | -         |
| повітря, м <sup>3</sup> /год;          | -   | 4                                      | -                        | -                           | 100                          | -                                   | 210-360   |
| порошку, кг/год;                       | -   | 12                                     | -                        | -                           | -                            | -                                   | -         |
| трубки, кг/год;                        | -   | 7,5                                    |                          |                             |                              |                                     |           |
| флюсу, кг/год;                         | -   | -                                      | 24-36                    | -                           | -                            | -                                   | -         |
| графіту, кг/год                        | -   | -                                      | -                        | -                           | -                            | 0,5                                 | -         |
| Несприятливі фактори:                  |   |  |                          |                             |                              |                                     |           |
| продукти згоряння;                     | +   | +                                      | +                        | +                           | +                            | -                                   | -         |
| шум;                                   | +   | +                                      | +                        | -                           | -                            | -                                   | -         |
| іскри                                  | +   | +                                      | +                        | +                           | -                            | -                                   | -         |
| Енергетичні ресурси:                   |   |  |                          |                             |                              |                                     |           |
| кВт;                                   | -   | -                                      | -                        | -                           | 200                          | -                                   | 100-120   |
| кВт-год/м <sup>3</sup>                 | -   | -                                      | -                        | -                           | -                            | 128                                 | -         |
| Трудоемкість, люд.-год/м               | 0,2-0,7                                   | 0,2-0,7                                | 0,27-0,7                 | -                           | -                            | 0,6-1,0                             | -         |

**Примітка.** Знаком плюс (+) вказано наявність показника при застосуванні даного засобу, знаком мінус (-) – на відсутність.

При роботі з кисневим списом до одного кінця труби підводять кисень під тиском 0,6-1,5 МПа, що забезпечує горіння металу та видалення продуктів плавлення, а другий кінець труби розігрівають до початку горіння металу (до 2000 °С). Потім кінець труби, що горить, підводять до місця пропалювання отвору, притискають з силою 300-500 Н і повертають для подолання в'язкості розплавленого матеріалу.

При пропалюванні отворів кисневим списом бетон втрачає міцність на відстані 60-200 мм від краю отвору.

До переваг використання кисневого списа відносяться: велика швидкість пропалювання отворів (в 4 рази більше, ніж пробивання їх пневмоінструментом) та зменшення на 20% вартості робіт; до недоліків: велике газовиділення, значний розліт іскор та розпечених частинок, висока температура списа та розплавленого матеріалу, що потребує досить складних заходів захисту оператора та оточуючих.

2.17. Порошково-кисневий спис, що є різновидом кисневого списа і являє собою сталеву трубу, по якій подають кисень і суміш порошоків заліза (20-30 % по масі) і алюмінію (80-70 % по масі) застосовують для пропалювання горизонтальних або похилих (знизу-вгору) отворів.

На виході з списа порошок займається, утворюючи факел, що яскраво світиться, довжиною до 100 мм з температурою 4000° С і вище, при якій і відбувається плавлення матеріалу, що руйнується. Недоліки порошково-кисневого списа аналогічні недолікам кисневого списа.

2.18. Порошково-кисневий різак спеціальної конструкції, до якого підводиться флюс, що складається із суміші порошоків заліза та алюмінію, а також пропан-бутанова суміш або ацетилен для підтримки горіння флюсу, застосовують для різання бетону та залізобетону товщиною 300-400 мм. При значному збільшенні питомої витрати кисню та флюсу можливе різання бетону та залізобетону більшої товщини.

2.19. Реактивно-струменевий пальник, в камеру згорання якого по спеціальних каналах подають паливо (бензин, гас) і окислювач (кисень), що утворюють при згоранні в спеціальному пальнику надзвуковий реактивний високотемпературний струмінь, що направляєється у вигляді факела соплом на поверхню матеріалу, застосовують для різання бетону залізобетону.

Висока інтенсивність впливу надзвукового високотемпературного струменя обумовлена складним комплексом теплових, механічних, динамічних, газодинамічних, фізико-хімічних та інших процесів, що відбуваються у робочій зоні.

Недоліки застосування реактивно-струменевого пальника: розліт іскор, велике газовиділення як при згоранні палива, так і при обробці матеріалу, сильний шум.

2.20. Плазмове різання, що здійснюється за допомогою різача, що дає факел з температурою більше 6000°С, застосовують для різання бетону та залізобетону товщиною до 100 мм. Смолоскип утворюється при проходженні повітря або газу тиском 0,4...0,6 МПа через зазор між двома електродами, де горить електрична дуга. На електроди подають

напругу 500 В, силу струму 300...400 А. Плазмове різання не набуло поширення в умовах будівельного майданчика через складність і великі габарити обладнання, малу товщину різання та потребу у висококваліфікованих спеціалістах з її обслуговування.

2.21. Електродугове плавлення, яке здійснюється за допомогою установок, що складаються з вугільних або графітових електродів, електротримачів, закріплених на спеціальних стійках, рамах, каретках або підставках, застосовують для руйнування будівельних конструкцій, а також для утворення прорізів, борозен, шпурів у бетоні та залізобетоні.

При пропалюванні отворів електроди підводять до конструкції, між ними встановлюють проміжок 8...10 мм, при замиканні якого стрижнем графіту запалюється електрична дуга, що розвиває температуру 4500-6000°C. В результаті утворення іонізованої зони розплавлених шлак викидається із зони плавлення електродинамічних сил, що виникають при горінні дуги. Руйнування конструкцій чи утворення отворів здійснюється шляхом послідовного проплавлення окремих отворів. Максимальна глибина проплавлення залізобетону електричною дугою становить 1 м. Найбільша продуктивність процесу досягається при плавленні у стельовому та вертикальному положеннях. У вертикальному положенні оптимальні кути нахилу електродів до горизонту дорівнюють 45° і більше (при плавленні знизу вгору). Наявність арматури у бетоні сприяє прискоренню процесу утворення отвору за рахунок підвищення електропровідності розплавленого матеріалу. Недоліком установок є виділення газів та сильне нагрівання деталей.

2.22. До засобів вибухового впливу на руйнований матеріал будівельних конструкцій, що розбираються, відносяться вибухові речовини, гідровибух, пристрої електрогідравлічної дії (ефект Юткіна), вибухогенератор ВН-2, пороховий скелелом (табл. А.6).

2.23. Вибухові речовини застосовуються для руйнування кам'яних матеріалів за умови дотримання спеціальних заходів укриття обладнання, що діє, що обмежує їх застосування в обмежених умовах реконструкції.

2.24. Гідровибух застосовують для дроблення і відколювання матеріалу в будівельних конструкціях, що розбираються.

Для відділення частини матеріалу по лінії розбирання конструкції бурять шпури на всю глибину моноліту, в які закладають заряд вибухівки та заливають воду або глинисту суспензію, після чого відбувається вибух, який завдяки навколишньому водному середовищу переходить в ударну хвилю (до 70 % енергії вибуху), що руйнує матеріал.

До недоліків застосування гідровибуху належать: необхідність виконувати трудомісткі роботи з буріння шпурів, вживати захисних заходів від розльоту осколків. Окрім того, роботи вимагають наявності висококваліфікованих спеціалістів.

Таблиця А.6

**Показники під час виконання робіт із руйнування будівельних конструкцій  
за допомогою вибуху**

| Показатель                              | Значення показників із засобів руйнування |            |                               |                      |                         |
|---|---|------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
|   | Вибухова речовина                         | Гідровибух | Електрогідрравлічна установка | Вибухогенератор ВН-2 | Гідропороховий скелелом |
| Продуктивність:<br>м <sup>3</sup> /год; | 0,55-20,0                                 | 20         | 1-3,0                         | 45-150               | 0,5-2,0                 |
| вибухів за 1 хв                         | -   | -          | 1-2                           | 80-1500              | -                       |
| Товщина матеріалу, що руйнується, мм    | будь-яка                                  | будь-яка   | 800                           | будь-яка             | будь-яка                |
| Маса, т                                 | -   | -          | 5,5                           | 15                   | 0,01                    |
| Буріння шпурів                          | +   | +          | +                             | -                    | +                       |
| Несприятливі явища:                     |   |            |                               |                      |                         |
| розліт уламків;                         | +   | +          | -                             | +                    | +                       |
| шум;                                    | -   | +          | -                             | +                    | -                       |
| газовиділення;                          | -   | -          | -                             | +                    | -                       |
| сейсмічний ефект;                       | +   | -          | -                             | -                    | -                       |
| Енергетичні показники:                  |   |            |                               |                      |                         |
| кВт*год/м-зміну;                        | -   | -          | 2,4                           | -                    | -                       |
| кВт*год/м <sup>3</sup> ;                | 0,2-0,5                                   | -          | 0,03-0,15                     | -                    | -                       |
| кДж                                     | -   | -          | 100                           | -                    | -                       |
| Трудомісткість, люд.-год/м <sup>3</sup> | 2,2                                       | 3,1        | 5,6                           | 0,001-0,047          | 4,1                     |

**Примітка.** Знаком (+) вказано наявність показника; знаком (-) – відсутність

2.25. Установки щодо руйнування кам'яних матеріалів "Вулкан К-32", "Базальт" влаштовані за принципом використання електрогідрравлічного ефекту Юткіна, при якому миттєво ( $10^{-4}$ – $10^{-5}$  с) виділяється величезна кількість енергії, накопиченої в батареях імпульсних конденсаторів.

В результаті електричного розряду, що відбувається в рідкому середовищі, формується канал, що є парогазової порожнини, розширення якої супроводжується хвилями тиску, який досягає  $10^2$ - $10^3$  МПа, а температура - близько  $10^4$  К.

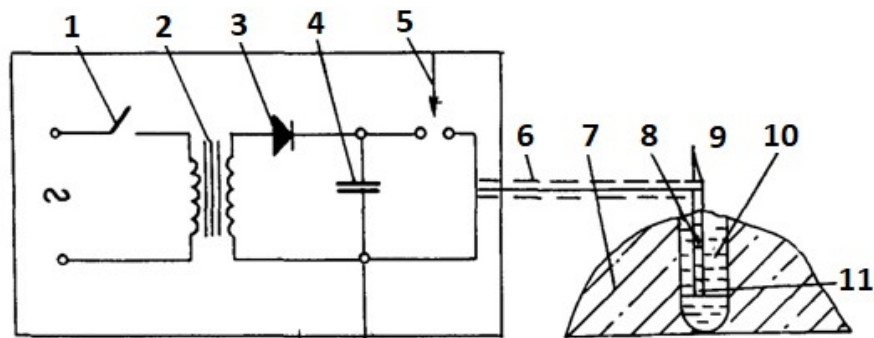
Високовольтний імпульсний розряд виникає у воді між кінцями електродів. Хвилі тиску, що виникають при цьому, передаються через воду на стінки шпурів діаметром 25...42 мм і глибиною 0,3...0,5 м. У матеріалі конструкції з'являються напруги, що розтягують, які призводять до тріщиноутворення. Найбільш ефективним є руйнування бетонних та залізобетонних конструкцій з маркою бетону понад 300.

Руйнування будівельних конструкцій цими установками не супроводжується виділенням шуму, пилу та газів у порівнянні з механічними засобами, а спосіб є більш безпечним у порівнянні з вибуховими речовинами, оскільки супроводжується малим розльотом уламків матеріалів, що руйнуються.

Ці переваги, а також можливість використання у стиснених умовах дозволяють застосовувати установки електрогідравлічного ефекту в умовах реконструкції діючих підприємств.

Недоліками цього способу є необхідність буріння шпурів та трудомісткі операції з видалення арматури при руйнуванні залізобетонних конструкцій.

Схема руйнування матеріалу однієї з установок, технічні характеристики яких наведено в табл. А.7, наведено на рис. А.2.



**Рис. А.2. Схема пристрою для електрогідравлічного руйнування матеріалу:**

- 1 – вимикач; 2 – високовольтний трансформатор; 3 – випрямляч; 4 – батарея конденсаторів;  
 5 – керований розрядник; 6 – кабель; 7 – руйнований матеріал; 8 – шпур;  
 9 – підризник; 10 – вода; 11 – іскровий проміжок

2.26. Вибухогенератор ВН-2, що складається з форсунки, клапанів блоків живлення, керування та датчиків вибухів, застосовують для руйнування бетону та залізобетону як у горизонтальному, так і вертикальному напрямках. Принцип дії ВН-2 полягає в наступному: два рідких компоненти (окислювач і паливо) безперервно надходять з ємностей в струменевий вибуховий апарат (форсунку), звідки витікають окремими струменями, які при змішуванні утворюють компактний струмінь сильнодіючої вибухової речовини, що направляється на руйнування. Вибух відбувається в результаті впорскування рідкого евтектичного сплаву калію з натрієм порціями по 0,5 г в струмінь вибухової речовини з регульованою частотою (80 ... 1500 хв).

Бетон дробиться за рахунок енергії вибуху, впливу комплексу газодинамічних, механічних та термічних процесів, що сприяють інтенсивному руйнуванню.

Перевагою застосування вибухогенератора ВН-2 є відсутність трудомістких робіт з буріння шпурів, недоліком – розліт осколків на відстань до 10 м, необхідність у додаткових витратах праці на різання арматури в залізобетонних конструкціях, що розбираються, великі габарити установки.

Таблиця А.7

**Технічні характеристики установок щодо руйнування кам'яних матеріалів дією електрогідравлічного ефекту**

| Показатель  | «Вулкан К-32»     | ЭГУРН                 |         | ЭИУ              | ПЭИУ                    | «Базальт» «Импульс»   |
|---|-------------------|-----------------------|---------|------------------|-------------------------|-----------------------|
| Робоча напруга, кВ  | 5                 | 6                     |         | 5                | 10                      | 5                     |
| Енергія імпульсу, кДж   | 40 и 80           | 150                   |         | 100              | 200                     | 100                   |
| Споживана потужність, кВт   | 2,5               | 2,0                   |         | 15               | 4                       | 5                     |
| Питома витрата електроенергії, кВт-год/м <sup>3</sup>   | 0,25              | 0,2                   |         | 1,5              | 0,5                     | 3,3                   |
| Напруга живлення, В   | 380               | 380                   |         | 380              | 380                     | 380                   |
| Кількість детонаторів, од.  | 2                 | 1-6                   |         | 1-4              | 4                       | 2                     |
| Габаритні розміри, м:   |                   | I вар.                | II вар. |                  | Фургон на базі КрАЗ-257 |                       |
| висота;   | 3,35              | 2                     | 1,2     | 3,35             |                         | 2,25                  |
| ширина;<br>довжина  | 2,87<br>6,0       | 2<br>3,4              | 2<br>2  | 2,8<br>6         |                         | 2,4<br>4,85           |
| Продуктивність установки при розколі, м <sup>3</sup> /год:<br>каменю (граніт);<br>бетонних конструкцій;<br>залізобетонних конструкцій | 4,7-9,4<br>-<br>- | 10<br>8-10<br>1,0-2,5 |         | 10<br>10<br>1,25 | 8<br>10<br>1,25         | 1,5<br>до 8<br>до 1,5 |
| Час підготовки установки до роботи, хв  | 30                | 30                    |         | 30               | 30                      | 30                    |
| Маса установки, т   | 10,8              | 4                     | 3,5     | 6                | 9                       | 9                     |

2.27. Пороховий скелелом (гідропороховий руйнівник) являє собою пристрій для підривання порохом заряду, укладеного в патрон і поміщеного в шпурі, заповненому рідиною. Застосовують для руйнування бетону та інших кам'яних матеріалів конструкцій, що розбираються. Патрон, заповнений порохом, поміщають у робочий штир пристрою, що вставляється в заздалегідь пробурений і заповнений водою шпур діаметром 42 мм, вибухаючи в якому газу тиснуть на воду, що руйнує матеріал. Порохові скелеломі прості за конструкцією, ефективні та безвідмовні у дії. Недолік – необхідність встановлення захисних огорож від розльоту осколків.

### 3. ВИБІР ЗАСОБІВ РУЙНУВАННЯ

3.1. Будівельні конструкції, що підлягають руйнуванню в процесі реконструкції та технічного переозброєння діючих підприємств, розбирають у вигляді повного руйнування матеріалу, з якого вони зведені; часткового руйнування матеріалу – з метою членування конструкцій на конструктивні елементи, придатні для використання за призначенням чи доцільним подальшим застосуванням; часткового чи повного руйнування матеріалу – залежно від умов виробництва на діючих підприємствах, наявності засобів руйнування чи забезпеченості підйомно-транспортними засобами належної вантажопідйомності.

3.2. До повністю руйнівних конструкцій відносяться бетонні та залізобетонні фундаменти з бетону марки від 100 до 300 і більше, що розбираються в обмежених умовах і на вільній площадці.

3.3. До конструкцій, що розбираються за допомогою часткового руйнування матеріалів, з якого вони зведені, відносяться елементи каркасу будівель: колони, підкранові та підкровоквіні балки, ригелі, рамні й ґратчасті просторові конструкції, палі перетином 400×400 мм і більше, опори, що окремо стоять, а також вежі.

3.4. До конструкцій, що розбираються за допомогою часткового або повного руйнування матеріалу, з якого вони зведені, відносяться бетонні основи та підлоги товщиною до 200 мм та від 200 до 500 мм цегляні, бетонні та залізобетонні стіни та перегородки; залізобетонні покриття та перекриття.

3.5. Область застосування засобів руйнування матеріалу, перерахованих у пп. 2.1 – 2.27, а також рекомендації щодо їх застосування наведені у табл. А.8.

3.6 До засобів руйнівної дії відносяться навісні клин-баби та кулі, імпульсні водомети, відбійні молотки, бетоноломи, навісні пневмомолоти, навісні гідромолоти, клинові розколювальні речовини, вибухові речовини, гідровибух, електрогідравлічний ефект, вибухогенератор ВН-2 і порохований скелелом.

3.7. До засобів розчленує дії відносяться ручні свердлильні верстати з твердосплавними і алмазними кільцевими свердлами, свердлильні верстати з алмазними кільцевими свердлами, верстати з алмазними відрізними дисками, гідравлічний пристрій для зрізання голів паль, електричні бороздорідне, різак, реактивнострумінний пальник, установки плазмового різання та електродугового плавлення.

3.8. Засоби руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, рекомендовані при реконструкції промислових підприємств, наведені в табл. А.9. Дані таблиці можуть бути використані для складання заявок на придбання засобів руйнування в період підготовки до реконструкції підприємств, що діють, або для раціонального застосування наявних засобів руйнування в період реконструкції.

3.9. При виборі засобів руйнування необхідно враховувати виробничі умови, в яких повинні виконуватися роботи з руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, а також можливість застосування підйомних, вантажних і транспортних засобів; наявність і можливість придбання засобів руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються; забезпеченість кадрами робітників та ІТП необхідної кваліфікації; застосування та використання матеріалів або частин конструкцій після їх розбирання; техніко-економічне обґрунтування вибраних засобів руйнування; умови та заходи безпеки виконання робіт.

Таблиця А.8

## Засоби руйнування, що застосовуються при розбиранні конструкцій різних типів та видів

| Тип конструкцій, що розбираються | Вид конструкцій, що розбираються                          | Засоби руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, способом |            |           |                                   |                       |                        |                             |                          |  |                  |                 |                              |                                |                             |          |            |                |          |                  |                   |   |   |
|----------------------------------|---|--|------------|-----------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------|------------|----------------|----------|------------------|-------------------|---|---|
|                                  |   | механічний   |            |           |                                   |                       |                        |                             |                          |  |                  | термічний       |                              |                                |                             |          | вибуховий  |                |          |                  |                   |   |   |
|                                  |   | екскаватор-руйнівник   | клин-молот | шар-молот | алмазний та ельборовий інструмент | пневмо- та гідромолот | гідроклінова установка | установка для зрізання паль | гідроімпульсна установка | бетонорізальні верстати з алмазним колом | НРС-I, «Брістар» | кисневе різання | установки плазмового різання | уст. електродугового плавлення | реактивно-струминне різання | термобур | гідровибух | гідропороховий | скелелом | вибухогенератори | вибухові речовини |   |   |
| 1                                | 2   | 3  | 4          | 5         | 6                                 | 7                     | 8                      | 9                           | 10                       | 11                                       | 12               | 13              | 14                           | 15                             | 16                          | 17       | 18         | 19             | 20       | 21               | 22                |   |   |
| Фундаментні                      | Бетонні фундаменти:                                       |  |            |           |                                   |                       |                        |                             |                          |  |                  |                 |                              |                                |                             |          |            |                |          |                  |                   |   |   |
|                                  | марки бетону 100-250: в умовах обмеженого простору;       | -  | -          | -         | -                                 | -                     | ■                      | -                           | -                        | -  | ■                | -               | -                            | -                              | -                           | -        | ●          | -              | -        | -                | -                 | ● |   |
|                                  | на вільному майданчику, без обмежень *                    | ■  | -          | -         | -                                 | ■                     | ■                      | -                           | ●                        | -  | ■                | -               | -                            | -                              | -                           | -        | ●          | ●              | ■        | -                | ●                 | ● |   |
|                                  | марки бетону 300 та більше: в умовах обмеженого простору; | -  | -          | -         | -                                 | -                     | -                      | -                           | -                        | -  | -                | ■               | -                            | -                              | -                           | -        | -          | -              | -        | -                | -                 | ■ |   |
|                                  | на вільному майданчику, без обмежень                      | ■  | -          | -         | -                                 | ■                     | -                      | -                           | ●                        | -  | ■                | -               | -                            | -                              | -                           | -        | ●          | ●              | ■        | ●                | ●                 | ■ |   |
|                                  | Залізобетонні фундаменти: марки бетону 100-250:           |  |            |           |                                   |                       |                        |                             |                          |  |                  |                 |                              |                                |                             |          |            |                |          |                  |                   |   |   |
|                                  | в умовах обмеженого простору;                             | -  | -          | -         | -                                 | -                     | -                      | -                           | -                        | ●  | -                | ●               | -                            | -                              | -                           | -        | -          | ●              | -        | -                | -                 | - | ● |

| 1                     | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                       | на вільному майданчику,<br>без обмежень   | ■ | - | - | - | ■ | - | - | ●  | -  | ●  | -  | -  | -  | -  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  |
|                       | марки бетону 300 та<br>більше:<br>в умовах обмеженого<br>простору;                            | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | ●  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ■  |
|                       | на вільному майданчику,<br>без обмежень   | ■ | - | - | - | ■ | - | - | -  | -  | ●  | -  | -  | -  | -  | -  | ●  | ●  | ●  | ●  | ■  |
| Плитні                | Бетонні основи та<br>підлоги, мм<br>товщиною до 200;  | ■ | ● | - | - | ■ | - | - | ●  | ■  | ●  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ●  | -  |
|                       | товщиною<br>від 200 до 500  | ■ | ● | - | - | ■ | ■ | - | ●  | ●  | ■  | -  | -  | -  | -  | ●  | -  | ●  | ●  | ●  | ■  |
|                       | Залізобетонні<br>переkritтя   | ■ | - | - | ■ | - | - | - | -  | ■  | -  | ■  | ●  | ■  | ●  | -  | -  | -  | ●  | ●  | -  |
| Стінчасті             | Стіни та перегородки:<br>цегляні;   | ■ | - | ● | ■ | - | ● | - | ●  | ■  | -  | ■  | ●  | ■  | ●  | -  | -  | ●  | ●  | ●  | ●  |
|                       | бетонні;  | ■ | - | ● | ■ | - | ● | - | ●  | ■  | -  | ■  | ●  | ■  | ●  | -  | -  | ●  | ●  | ●  | ■  |
|                       | залізобетонні   | ■ | - | ● | ■ | - | ● | - | ●  | ■  | -  | ■  | ●  | ■  | ●  | -  | -  | ●  | ●  | ●  | ■  |
| Стовпчато-<br>балкові | Елементи каркасу<br>будівель (колони,<br>ригелі, балки, палі)<br>перетином, мм<br>до 400x400; | ■ | - | ● | ■ | - | ● | ● | -  | ■  | -  | ■  | ●  | ■  | ●  | -  | -  | -  | -  | ●  | ●  |
|                       | понад 400x400   | ■ | - | ● | ■ | - | - | - | -  | -  | ●  | ■  | ●  | ■  | ●  | -  | -  | ●  | -  | ●  | ●  |

\* Термін «на вільному майданчику» означає, що всередині будівлі, що реконструюється, можлива організація робочої зони для даного засобу, необхідної для виконання робіт з розбирання будівельних конструкцій та визначається технологічною картою або ПВР (р).  
Знак «●» означає можливість застосування цих засобів; знак «-» означає неможливість або обмежену можливість застосування; знак «■» – засоби та методи, що рекомендуються до широкого застосування в умовах реконструкції діючих виробництв.

Таблиця А.9

## Засоби руйнування будівельних конструкцій, які рекомендуються при реконструкції підприємств

| Засіб та спосіб руйнування            | Тип конструкцій, що розбираються                       | Усереднена продуктивність                      | Характер руйнування  | Технологічна структура процесу розбирання   | Рекомендований комплект машин та механізмів  | Можливість застосування всередині приміщень                                      |
|---------------------------------------|--|--|--|---|--|--|
| 1                                     | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  |
| Гідроклінова установка                | Фундаментні та плитні (плити на ґрунті)                | 0,45-2,0 м <sup>3</sup> /год на одну установку | Розколювання бетонних та залізобетонних масивів  | Підготовка фундаменту до розбирання. Буріння шпурів. Розміщення гідроклінової установки у шпурі. Розколювання бетону. Розбирання частин бетону, що відкололися. | Компресор ЗИФ-55 із набором пневмоперфораторів типу ПР 20Л. Олійна станція СМЖ-83 (ПСП-400). Гідроклінові установки (можливе застосування кількох установок) | Можливо  |
| Гідромолот та пневмомолот             | Фундаментні та плитні (плити на ґрунті)                | 1,5-3,5 м <sup>3</sup> /год                    | Повне руйнування конструкцій   | Підготовка фундаменту до розбирання. Руйнування фундаменту. Прибирання зруйнованого бетону  | Екскаватор базовий. Гідромолот або пневмомолот   | Можливо при висоті низу несучих конструкцій > 8,4 м                              |
| Установка порошково-кисневого різання | Стінові, плитні (плити перекриття), стовпчасто-балкові | 0,6-2,4 м/год отвори                           | Влаштування отворів, утворення отворів, розділювальне різання залізобетонних, бетонних, цегляних конструкцій | Підготовка конструкцій до розбирання. Різання конструкцій методом послідовного пропалювання отворів. Прибирання зруйнованих конструкцій                         | Установка типу УПКР-2  | Можливо з посиленою вентиляцією  |
| Установка електродугового плавлення   | Стінові, плитні (плити перекриття), стовпчасто-балкові | 1,8-4,8 м/год отвори                           | Влаштування отворів, утворення отворів, заздалегідь різання залізобетонних, бетонних, цегляних конструкцій   | Підготовка конструкцій до розбирання. Різання конструкцій методом послідовного пропалювання отворів. Прибирання зруйнованих конструкцій                         | Установка електродугового плавлення  | Можливо при посиленій вентиляції та із застосуванням спеціальних засобів захисту |

| 1   | 2  | 3                           | 4   | 5  | 6   | 7       |
|---|--|-----------------------------|---|--|---|---------|
| Бетонорезущі машини   | Плитні (плити на ґрунті), стовпчасто-балкові, стінові, | 200 см <sup>2</sup> /хв     | Розділювальне різання бетону товщиною до 400 мм, влаштування прорізів у стінах і перекриттях, фрезерування матеріалів | Підготовка поверхні конструкцій. Різання конструкцій алмазними відрізними колами. Прибирання розрізаних конструкцій  | Бетонорізальна машина з алмазними відрізними дисками                  | Можливо |
| Електрогідравлічні установки:<br>"Вулкан", ЭТУРН,<br>"Базальт",<br>"Імпульс", ПЭИУ,<br>"Граніт" | Фундаментні, плитні (плити на ґрунті), стінчасті       | 1,0-3,0 м <sup>3</sup> /год | Розколювання бетону, залізобетону   | Підготовка фундаментів до розбирання. Буріння шпурів. Заливання технічною водою. Встановлення електродної системи. Розряд конденсаторної батареї. Прибирання зруйнованого бетону | Установка ЭГЭ, компресор ЗИФ-55 з набором перфораторів типу ПР-20Л    | Можливо |
| Гідропороховий скелелом   | Фундаментні, плитні (плити на ґрунті), стінові         | 0,5-2,0 м <sup>3</sup> /год | Розколювання бетону   | Підготовка фундаменту до розбирання. Буріння шпурів та заповнення їх водою. Встановлення порохового скелелому. Розколювання масиву. Прибирання зруйнованого бетону               | Пороховою скелею. Компресор ЗИФ-55 з набором перфораторів типу ПР-20Л | Можливо |
| Невибуховий руйнівний засіб: НРС-1, «Бризант», НРС-ЛПИ  | Фундаменти, плити на ґрунті                            | -                           | Розколювання бетону   | Підготовка фундаменту. Буріння шпурів. Приготування суміші та її заливання у шпури. Прибирання зруйнованого бетону   | Компресор ЗИФ-55 з набором перфораторів типу ПР-20Л                   | Можливо |

| 1   | 2  | 3                              | 4   | 5   | 6   | 7        |
|---|--|--------------------------------|---|---|---|----------|
| Пересувні верстати з алмазними кільцевими свердлами | Стінові, плитні (плити перекриття), стовпчасто-балкові | 1,2-4,8 м/год отвори           | Влаштування отворів, утворення отворів, розділювальне різання залізобетонних та цегляних конструкцій                                      | Підготовка конструкцій до розбирання. Свердління конструкцій. Прибирання зруйнованих конструкцій із зони виконання робіт                                  | Верстат з діамантовими свердлами. Набір алмазні свердла. Компресор ЗИФ-55 при повітряному охолодженні | Можливо  |
| Пневматичні, електричні бетоноломи                  | Фундаментні  | 0,25-1,5 м <sup>3</sup> /зміну | Розколювання бетону   | Підготовка фундаменту. Розколювання   | Бетонолом   | Можливо  |
| Пристрій для зрізання голів паль                    | Палеві   | 120 од/см                      | Руйнування бетону головок паль  | Підготовка паль, встановлення пристрою. Підключення до базового агрегату  | 1. Пристрій для зрізання голів паль.<br>2. Базова машина (екскаватор, трактор)                        | Можливо  |
| Вибухогенераторна установка ВН-2                    | Різні типи конструкцій у будь-якому положенні          | 45-150 м <sup>3</sup> /год     | Дроблення бетону  | Підготовка генератора   | 1. Вибухогенератор ВН-2<br>2. Базовий автомобіль КРА3-257к  | Обмежена |
| Гідровибух  | Фундаментні  | 20 м <sup>3</sup> /год         | Відколювання шматків бетону   | Буріння шпурів. Закладка підричника   | Механізм для буріння шпурів   | Обмежена |
| Екскаватор-руйнівник                                | Фундаментні, плитні, стінові, стовпчасто-балкові       | 60 м <sup>3</sup> /год         | Обвалення, розламування, відривання, перекручування, дроблення, переміщення, навантаження, різання металу, відділення бетону від арматури | Підготовка будівель, споруд, конструкцій до руйнування. Підготовка екскаватора та змінного обладнання. Виробництво робіт. Прибирання продуктів руйнування | Екскаватор із набором змінного захватно-ріжучого робочого обладнання. Бульдозер. Автотранспорт        | Обмежена |

Примітки: 1. При руйнуванні матеріалу залізобетонних конструкцій гідрокліновими установками, гідромолотом, електрогідравлічною установкою та гідропороховим скелеломом у технологічну структуру процесу розбирання входить електродугове або газове різання арматури. 2. Усереднена продуктивність дана на підставі аналізу та оцінки способів та засобів руйнування, які знайшли застосування у вітчизняній практиці.

## **4. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБОТ З РОЗБИРАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ.**

### **Вихідні положення та особливості виконання робіт**

4.1. Монолітні та збірні бетонні, залізобетонні та цегляні конструкції, що підлягають розбиранню та руйнуванню при реконструкції діючих виробництв, залежно від об'ємно-планувальних та конструктивних рішень об'єктів реконструкції, характеру взаємодії, розглянутих у п.2, засобів руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, поділяються на наступні типи: фундаментні (бетонні та залізобетонні фундаменти під обладнання, фундаменти будівель та споруд), плитні (бетонні та залізобетонні підлоги, основи під підлоги та інші плити товщиною до 0,5 м, розташовані на ґрунті, залізобетонні плити перекриттів та покриттів будівель, каналів, тунелів та інших споруд), стінові (цегляні, бетонні та залізобетонні стіни та перегородки будівель, споруд, каналів, тунелів), стовпчасто-балочні (колони, балки, ригелі каркасів будівель, естакад та інших споруд, а також пальові конструкції).

Приблизні технологічні схеми розбирання будівельних конструкцій із застосуванням засобів руйнування, що рекомендуються для використання в умовах реконструкції промислових підприємств, наведено у табл. А.10.

4.2. Технічна можливість застосування різних способів і засобів впливу на матеріал і умови виконання робіт визначається наступними параметрами конструкції: площею, розмірами в плані конструкцій, об'ємом і наведеною товщиною матеріалу, що руйнується, насиченістю поля конструкціями різного типу, характеристиками міцності матеріалу і насиченістю конструкції арматурою.

### **Організація та технологія виконання робіт**

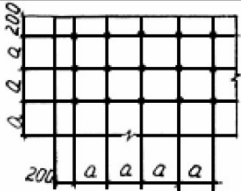
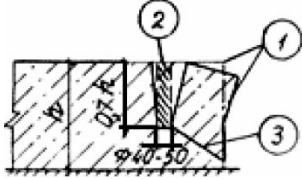
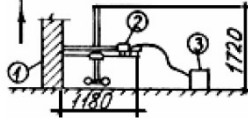

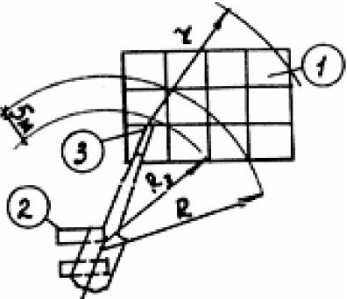
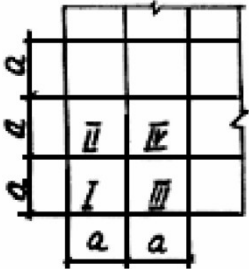
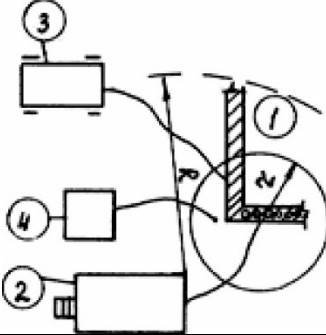
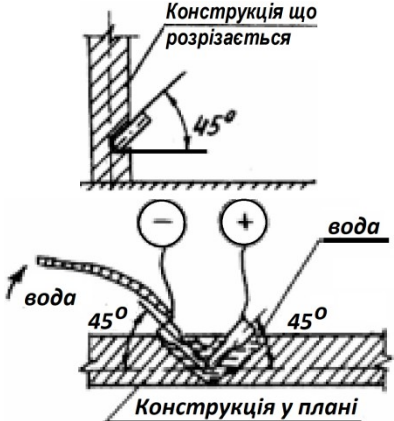
4.3. Роботи з розбирання будівельних конструкцій повинні виконувати спеціалізовані виробничі підрозділи (бригади, ланки), кількісний склад яких визначається ПВР або технологічною картою. Оплата праці здійснюється на основі калькуляцій витрат праці, включених до складу технологічних карток, за відрядно-прогресивною системою.

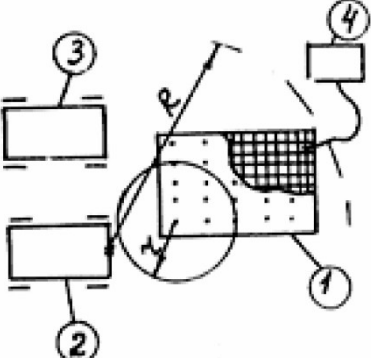
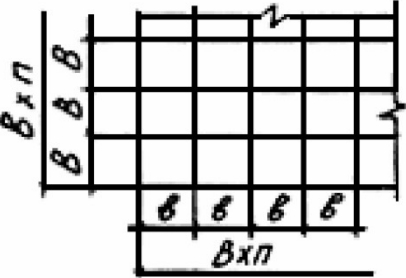
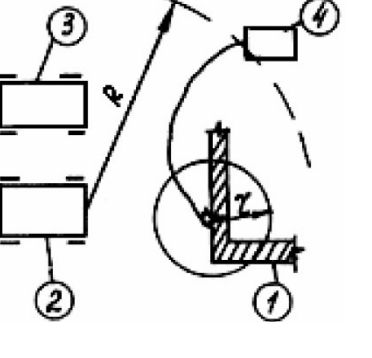
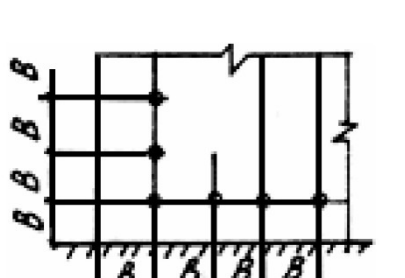
4.4. До початку робіт з руйнування матеріалу будівельних конструкцій, що розбираються, необхідно: ознайомити з технологічною та технічною документацією виконавців робіт (бригаду, ланку); підготувати відповідно до технологічної карти будмайданчик (зону) руйнування, розмістити на ній засоби руйнування, допоміжні машини та механізми, а також інструменти та пристрої; забезпечити працюючих засобами праці та індивідуального захисту; провести інструктаж з техніки безпеки та охорони праці на робочих місцях; видати виконавцям вбрання на проведення робіт.

Таблиця А.10

## Технологічні схеми руйнування матеріалу будівельних конструкцій, що розбираються

| Тип будівельних конструкцій  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Фундаментні та плитні  |  | Стінові та стовпчасто-балкові  |  |
| Установки електрогідравлічного ефекту типу ЭГУРН   |  | Алмазний та ельборовий інструмент  |  |
|  |  |  |  |
| <p>1 - фундамент, що руйнується;<br/>2 – електрогідравлічна установка;<br/>3 – компресор;<br/>4 - встановлення газового різання;<br/>г – радіус небезпечної зони -10 м;<br/>R – радіус обслуговування – 25 м</p> | <p><math>B_1 = 250-300</math> мм;<br/><math>B_2 = 300-400</math> мм;<br/><math>B_3 = 150-200</math> мм;<br/>глибина шпуру – 400-500 мм;<br/>діаметр шпуру – 25-27 мм</p> | <p><math>a, b</math> - розміри картин конструкції, що розчленовується, 500-1000 мм;<br/>I-VIII – послідовність розчленування конструкції;<br/>→ - Напрямок різання</p> | <p><math>d</math> - діаметр отворів, що просвердлюються, 10-160 мм</p> |
| Гидропороховой скалолом  |  | Кисневе різання  |  |
|  |  |  |  |
| <p>1 - фундамент, що руйнується;<br/>2 – оператор-підрильник;<br/>г – радіус небезпечної зони – 20 м</p>   | <p><math>B</math> – відстань між шпурами 500-800 мм;<br/>глибина шпуру – 500-600 мм;<br/>діаметр шпуру – 42 мм</p>   | <p>1 - конструкція, що руйнується в плані;<br/>2 - бак-живильник термітної суміші;<br/>3 - балон із киснем</p>   | <p><math>d</math> - діаметр отворів, що просвердлюються, 10-160 мм</p> |

| Невибуховий руйнуючий засіб (НРС-1)   |   | Електродугове різання   |  |
|---|---|---|--|
|    |   |    |   |
| $a$ - відстань між шпурами – 200-400 мм   | 1 - вільні поверхні матеріалу, що руйнується;<br>2 - шпур із сумішшю НРС-1;<br>3 - вторинна тріщина                                       | 1 - конструкція, що руйнується;<br>2 – електродугова установка;<br>3 – трансформатор;<br>→ - Напрямок різання   | $d$ -- діаметр прожигаємых отверстий;  |
| Гідропневмомолот  |   | Установки електрогідравлічного ефекту типу ЕГУРН  |  |
|   |   |   |  |
| 1 - конструкція, що руйнується в плані;<br>2 - екскаватор із гідрокеруванням;<br>3 – робочий орган;<br>$\gamma$ – радіус небезпечної зони гідропневмомолота – 20 м;<br>$R_e$ – радіус дії екскаватора;<br>$R = R_e + 5$ м – радіус небезпечної зони екскаватора | $a$ - ширина захваток конструкції, що руйнується 5-8 м (залежить від радіусу дії екскаватора);<br>I-IV – послідовність роботи екскаватора | 1 - стіна, що руйнується;<br>2 – електрогідравлічна установка;<br>3 – компресор;<br>4 - встановлення газового різання;<br>$\gamma$ – радіус небезпечної зони -10 м;<br>$R$ – радіус обслуговування – 25 м |  |

| Клиновий розколювач   |  | Клиновий розколювач   |  |
|---|--|---|--|
|    |                  |    |                 |
| <p>1 - фундамент, що руйнується;<br/> 2 - масляна станція;<br/> 3 - компресор;<br/> 4 - установка газового різання;<br/> г - радіус небезпечної зони -2 м;<br/> R - радіус обслуговування -10 м</p> | <p><math>B - 500-800</math> мм;<br/> глибина шпуру - 400-500 мм;<br/> діаметр шпуру - 48-50 мм</p> | <p>1 - фундамент, що руйнується;<br/> 2 - масляна станція;<br/> 3 - компресор;<br/> 4 - установка газового різання;<br/> г - радіус небезпечної зони -2 м;<br/> R - радіус обслуговування -10 м</p> | <p><math>B - 500-800</math> мм;<br/> глибина шпуру - 400-500 мм;<br/> діаметр шпуру - 48-50 мм</p> |

4.5. Процес руйнування матеріалу будівельних конструкцій та їх розбирання складається з наступних технологічних операцій:

- підготовка конструкцій до руйнування: очищення від землі та сміття, звільнення від примикаючих конструктивів, розмітка меж захваток та ділянок руйнування згідно з технологічною картою, буріння шпурів;

- руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються: встановлення робочого органу в шпурі, вплив на матеріал конструкції, що руйнується;

- розбирання матеріалу конструкцій: розколювання матеріалу, оголення та подальше різання арматури, прибирання зруйнованого бетону.

4.6. Провідним технологічним процесом, що визначає тривалість, собівартість і питомі витрати праці з руйнування 1 м<sup>3</sup> матеріалу будівельних конструкцій, що розбираються, є власне руйнування. Найбільш трудомісткий процес в комплексі основних робіт з руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються - буріння шпурів.

4.7. Матеріали будівельних конструкцій, що розбираються, слід руйнувати за допомогою обладнання та засобів механізованого руйнування матеріалу, машин і засобів механізації, що об'єднуються в комплекти.

4.8. Комплекти машин і засобів повинні складатися з механізмів, необхідних для підготовки конструкції, що розбирається, до руйнування матеріалу; засобів, що руйнують матеріал, та пристроїв, за допомогою яких здійснюється часткове або повне розбирання залежно від характеру руйнування матеріалу конструкції.

4.9. Підготовка будівельних конструкцій до руйнування та розбирання має бути одно- або багатоступінчастою залежно від ступеня руйнування - повного (руйнування всього матеріалу) або часткового (устрій штраб, отворів, прямиків та ін.)

4.10. Щоб будівельні конструкції, що розбираються, довести до стану, прийняттого для видалення із зони руйнування, використовують пневмо- та електромолотки, бетоноломи, а також ручні важільні пристосування та інструменти, що застосовуються як для розширення тріщин і розколювання шматків бетону, так і для оголення та подальшого різання сталеві арматури, що здійснюється за допомогою установки газового різання, одночасно з розбиранням бетону.

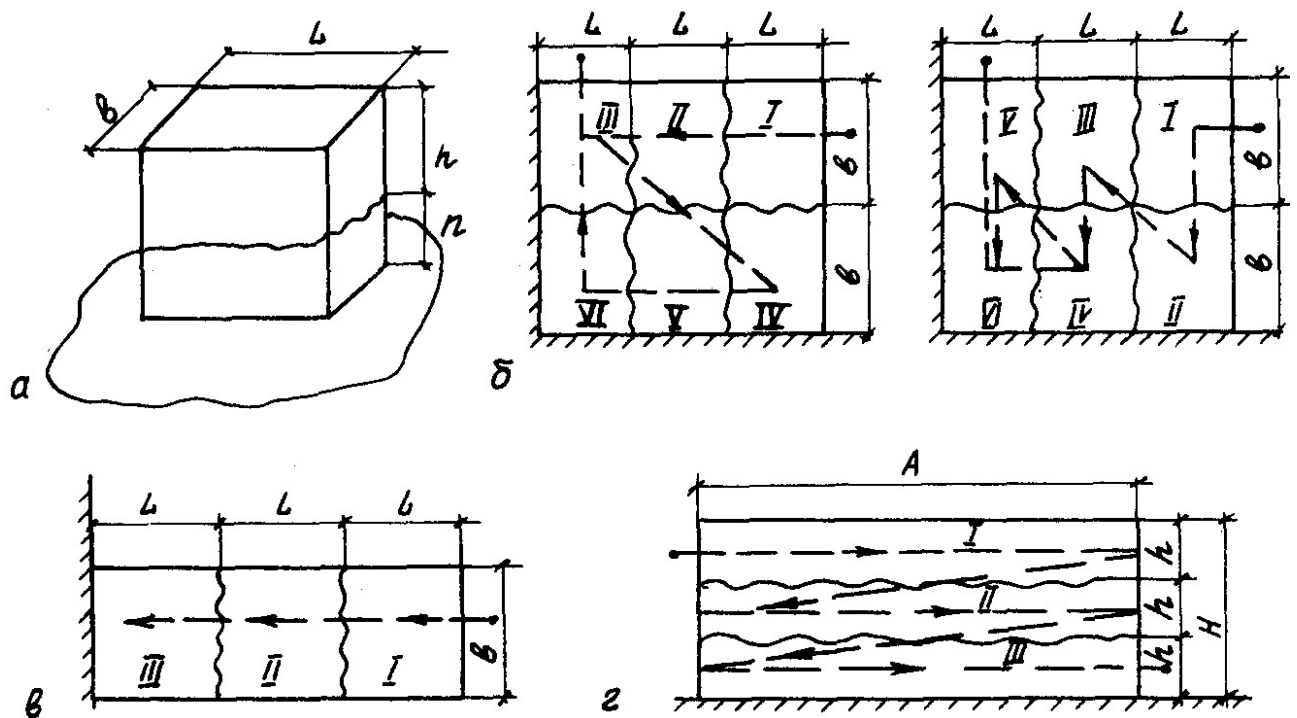
4.11. Прибирання зруйнованого матеріалу конструкцій та їх частин, а також вивіз із зони руйнування роблять за допомогою вантажопідіймальних стрілових або електромостових кранів. Зруйнований матеріал рекомендується захоплювати грейферним або кліщезахватним ковшем, захоплювачем Шилтенко, універсальними кільцевими стропами та іншими пристосуваннями. Ці ж роботи можна виконувати за допомогою транспортерів, лебідок, а в умовах особливо обмеженого простору та за малих обсягів - вручну, що визначається ПВР або технологічною картою.

4.12. Одночасне виконання робіт з буріння шпурів, руйнування матеріалу конструкцій, що розбираються, або їх членування на частини, а також щодо прибирання продуктів руйнування дозволяється на паралельних захватках за умови розробки в технологічних картах заходів, пов'язаних із суміщенням цих робіт і які забезпечують безпеку та необхідні санітарні умови.

4.13. Матеріал будівельних конструкцій фундаментного типу, що розбираються, рекомендується руйнувати засобами, які викликають тріщиноутворення, розколювання або повне руйнування матеріалу конструкції.

Конструкція фундаментного типу розбивається в плані на технологічні захватки або ділянки руйнування, розміри яких залежать від руйнівної сили засобів і способу збирання зруйнованого бетону. Послідовність руйнування фундаменту по захваткам залежить кількості вільних поверхонь фундаменту, тобто. поверхонь, звільнених від землі та прилеглих існуючих конструкцій.

Розбирання конструкцій фундаментного типу з трьома та більш вільними поверхнями слід проводити за технологічною схемою (рис. А.3). При кількості вільних поверхонь менш як три рекомендується звільняти додаткові поверхні фундаменту, у міру руйнування на захватках. Фундамент по вертикалі розбивають на захватки для пошарової розробки, залежно від максимальної глибини руйнування та товщини фундаменту.



**Рис. А.3. Схема послідовності розбирання фундаментів:**

*a* – при кількості вільних поверхонь понад чотири; *б* – при трьох вільних поверхнях;  
*в* – при чотирьох вільних поверхнях; *г* – при розбивці фундаментів на захватки по вертикалі;  
*L* і *B* – довжина та ширина захваток у плані; *h* – ширина захваток по вертикалі; *L*, *B* і *h*  
 визначаються розробки технологічних карт і ПВР(р) I-VI – послідовність виконання робіт  
 на захватках

4.14. Руйнування плит на ґрунті роблять руйнівними або розчленовуючими засобами.

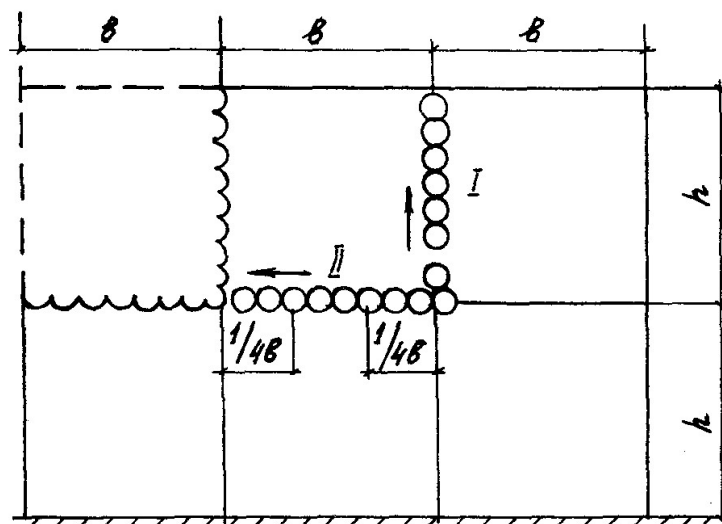
Застосовуючи руйнівні засоби, розбивають плити на захватки виходячи з умов максимального суміщення робіт з руйнування і прибирання зруйнованого матеріалу. Розміри захваток приймають в залежності від радіусу небезпечної зони руйнівних засобів та

визначають радіусом розльоту уламків зруйнованого матеріалу від місця встановлення робочого органу.

При різанні плит на ґрунті відрізними алмазними сегментними колами проводять розбивку конструкції в плані на ділянки розбирання в залежності від способу прибирання, вантажопідйомності підйомних механізмів і транспортних засобів.

4.15. Стінові конструкції руйнують як руйнівними, і розчленуючими засобами залежно та умовами виконання робіт (способу прибирання, можливості застосування розчленованих блоків стін подальшого використання та інших.).

При розбиранні конструкцій товщиною до 200 мм рекомендуються: алмазний та ельборовий інструменти; встановлення електродугового плавлення; установка термітно-кисневого різання, алмазні відрізні кола. Крім цього, стінові конструкції розбирають шляхом послідовного свердління або пропалювання отворів. Пропалювання або свердління отворів при вертикальному різанні роблять у напрямку знизу вгору (рис. А.4).



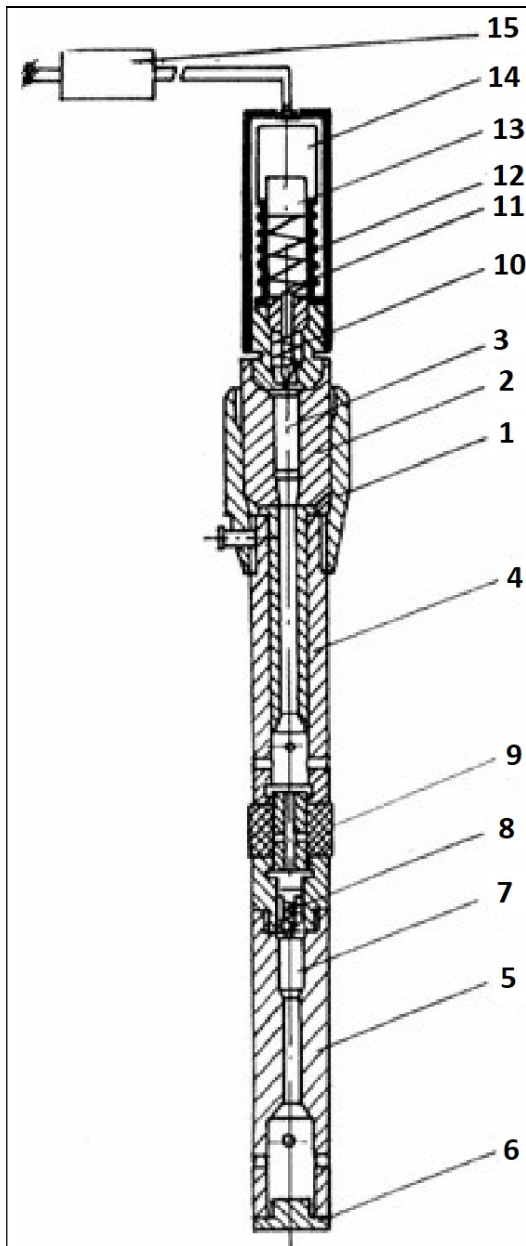
**Рис. А.4. Схема послідовності розбирання стінової конструкції шляхом послідовного пропалювання або свердління отворів**

Розбивку на картини (ділянки) розбирання проводять залежно від прийнятих вантажопідйомних механізмів, транспортних засобів і способу прибирання частин конструкцій, що розбираються.

В першу чергу виконують вертикальне різання, потім просвердлюють або пропалюють два отвори на відстані  $1/4$  ширини картини від кінців горизонтального різання для пропуску універсальних кільцевих стропів з метою утримання частини стіни, що відокремлюється, у вертикальному положенні. Щоб утримати під час різання і навантаження частини стіни, що відокремлюються, масою до 2 т, застосовують захоплювач Шилтенка.

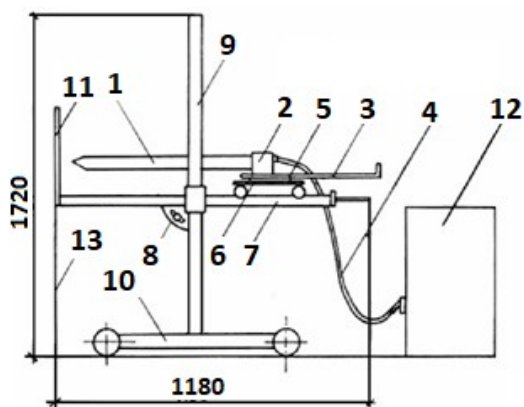
4.16. Будівельні конструкції стовпчасто-балкового типу розбирають засобами, що розчленовують. Технологія та організація виконання робіт з їх розбирання за допомогою кисневого різання, встановлення електродугового плавлення та алмазного інструменту аналогічні розбиранню конструкцій стін та перегородок.

## ЗАСОБИ РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ



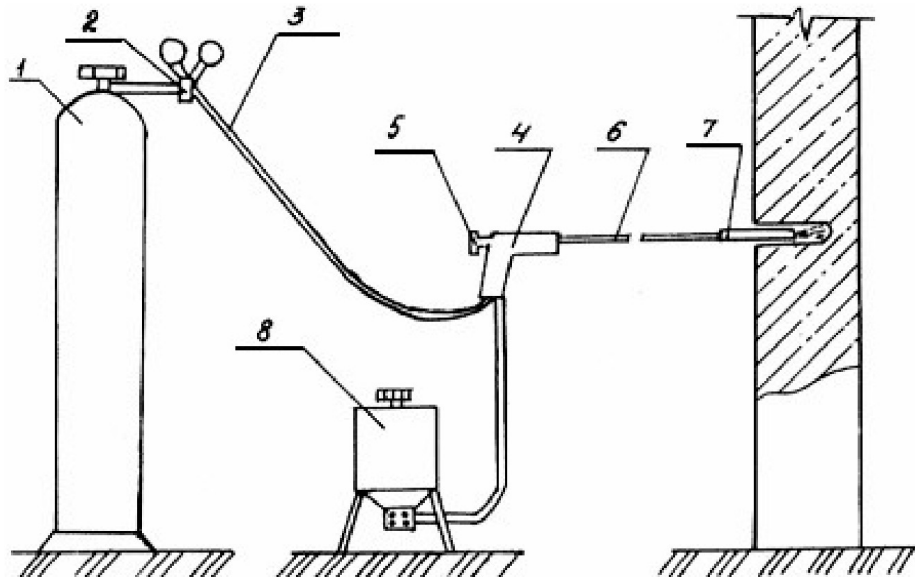
**Рис. Б.1. Гідропороховий скелелом з електромагнітним підривноком:**

1 – корпус; 2 – патронник; 3 – верхній заряд; 4, 5 – перфоровані труби; 6 – заглушка; 7 – нижній заряд; 8 – нижній бойок; 9 – гумова оболонка; 10 – верхній бойок; 11 – зворотна пружина; 12 – соленоїд; 13 – сердечник-ударник; 14 – накопичувальний блок; 15 – пульт управління



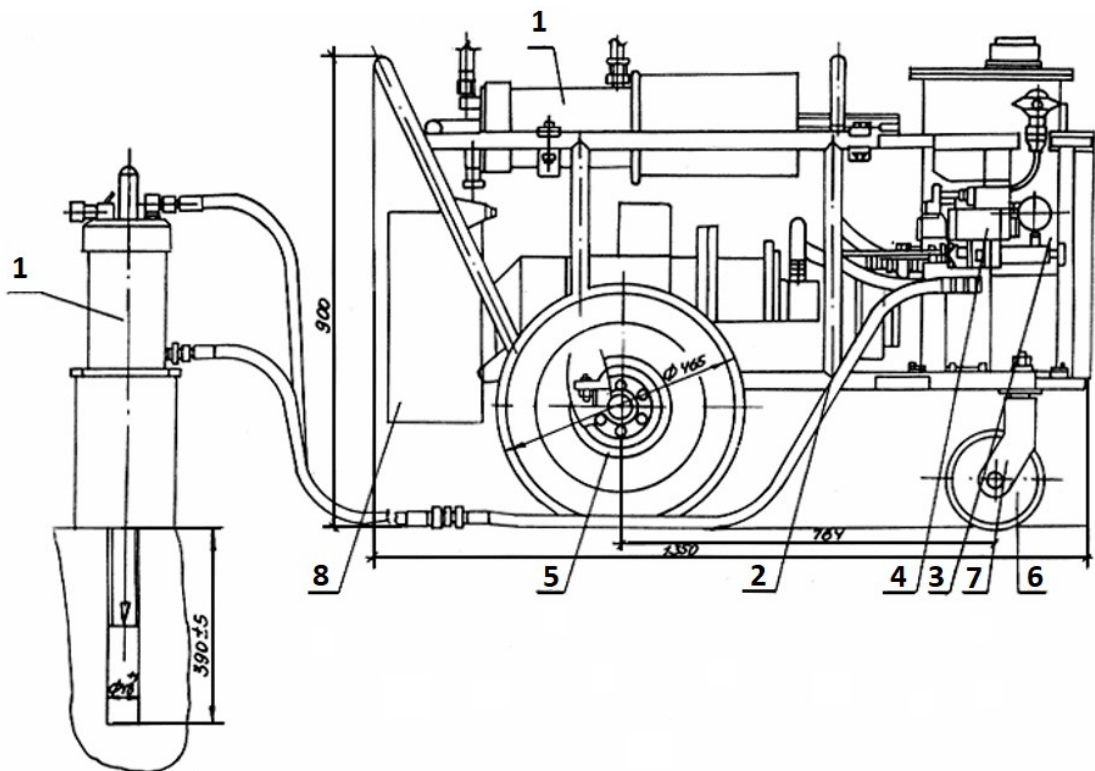
**Рис. Б.2. Установка электродугового плавления бетона:**

1 – электроды; 2 – электродотримач; 3 – важіль переміщення электродотримачів; 4 – струмопідвідний кабель; 5 – важіль зближення электродів; 6 – каретка; 7 – напрямна каретки; 8 – сектор повороту під кутом 5 – 10°; 9 – стійка; 10 – візок; 11 – щиток; 12 – трансформатор; 13 – кожух із азбестової тканини



**Рис. Б.3. Установка термітно-кисневого різання:**

1 – кисневий балон; 2 – редуктор; 3 – шланг; 4 – робочий орган;  
5 – вентиль; 6 – трубка – тримач; 7 – насадка; 8 – живильник



**Рис. Б.4. Гідроклінова установка:**

1 – робочий орган; 2 – візок; 3 – бак; 4 – блок панелей; 5 - маточина;  
6 – колесо; 7 – вилка; 8 – електроустаткування

Таблиця Б.1

### Технічні характеристики гідроклінової установки

|   |      |
|---|------|
| Зусилля розклинювання (максимальне), т    | 260  |
| Діаметр свердловини під робочий орган, мм | 48   |
| Габаритні розміри, мм:                    |      |
| довжина;                                  | 1340 |
| ширина;                                   | 980  |
| висота;                                   | 935  |
| Маса, кг:                                 |      |
| робочого органу;                          | 36   |
| загальна                                  | 485  |

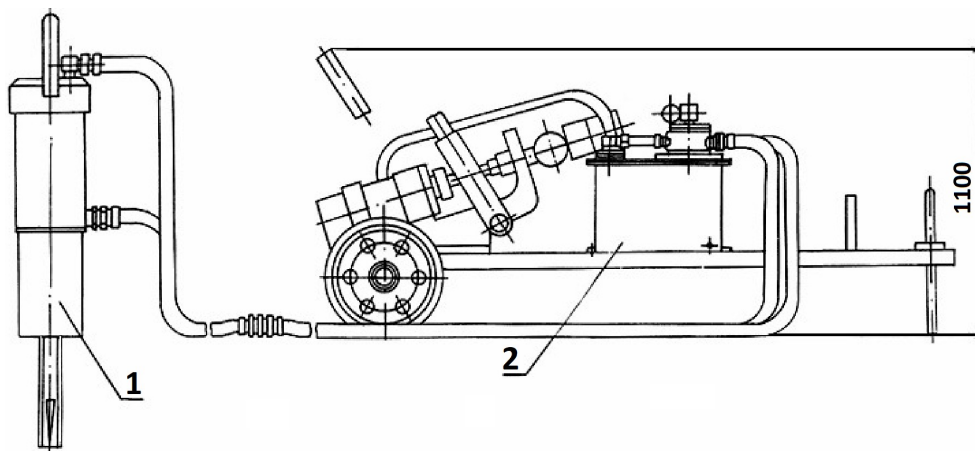


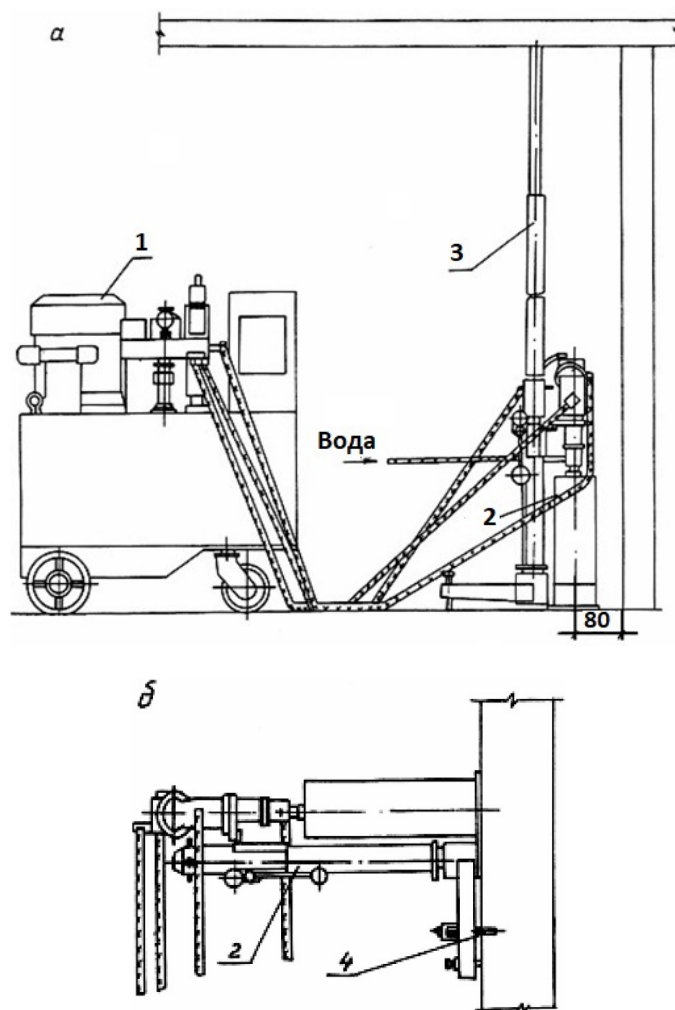
Рис. Б.5. Ручний гідроклін:

1 – робочий орган; 2 – візок

Таблиця Б.2

### Технічні характеристики ручного гідроклину

|   |        |
|---|--------|
| Зусилля розклинювання (максимальне), т    | 130    |
| Діаметр свердловини під робочий орган, мм | 40; 60 |
| Габаритні розміри, мм:                    |        |
| довжина;                                  | 1040   |
| ширина;                                   | 540    |
| висота;                                   | 1100   |
| Маса, кг:                                 |        |
| робочого органу;                          | 14,2   |
| загальна                                  | 58     |



**Рис. Б.6. Свердлильна установка 1735:**

*a* – свердління отворів у перекритті; *б* – свердління отворів у стіні; 1 – насосна станція нарізувача швів; 2 – робочий орган установки; 3 – телескопічний упор; 4 – дюбель

Таблиця Б.3

### Технічні характеристики свердлильної установки 1735

|   |                  |
|---|------------------|
| Діаметр свердління, мм                              | 20; 60; 100; 160 |
| Глибина свердління, мм                              | 380              |
| Мінімальна відстань від стіни до осі свердління, мм | 80               |
| Габаритні розміри, мм                               |                  |
| довжина;  | 520              |
| ширина;   | 260              |
| висота без телескопічного упору, мінімальна;        | 830              |
| висота з телескопічним упором, максимальна;         | 4840             |
| Маса, кг  | 46               |

Навчальне видання

# ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

*Навчальний посібник*

Частина 1

Укладачі:

УВАРОВ Павло Євгенович  
ТАТАРЧЕНКО Галина Олегівна,  
БЛОШИЦЬКА Наталія Іванівна,  
ШПАРБЕР Марина Євгенівна,

*Оригінал-макет Могильна О.В.*

Підписано до друку 05.12.2025.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Гарнітура Times.  
Умов. друк. арк. 2 9,7. Обл.-вид.арк. 3 1,3.  
Вид. № 3427.

Видавництво Східноукраїнського національного університету  
імені Володимира Даля

**Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.**

Адреса університета: вул. Іоанна Павла II, 17  
м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: [vidavnictvosnu.ua@gmail.com](mailto:vidavnictvosnu.ua@gmail.com)